16ª edición totalmente renovada y actualizada

Neufert

Arte de proyectar en arquitectura

GG®

16ª edición totalmente renovada y actualizada

Neufert

Arte de proyectar en arquitectura

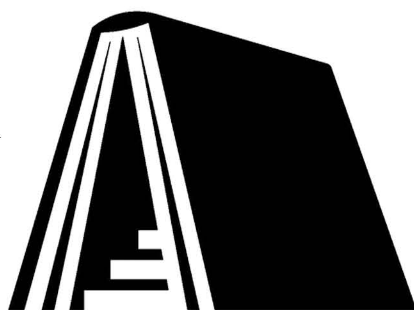
Generalidades, normas, directrices sobre disposición, construcción, diseño, superficies requeridas, relaciones espaciales, medidas para edificios, espacios, instalaciones, aparatos con el ser humano como medida y fin

MANUAL PARA
Arquitectos, ingenieros, arquitectos técnicos, constructores profesionales y estudiantes

fundado por Ernst Neufert
continuado por el profesor Johannes Kister
por encargo de la Neufert-Stiftung

y patrocinado por la Hochschule Anhalt, Bauhaus Dessau

en colaboración con Mathias Brockhaus, Matthias Lohmann y Patricia Merkel



GG®

PRÓLOGOS

La trigésimonovena edición alemana (la decimosexta en castellano) de *Arte de proyectar en arquitectura* de Ernst Neufert arranca en el punto en el que quedó la última revisión, en la que solo fue posible una renovación parcial, pues este libro sigue siendo la fuente de información principal, más extensa y compacta sobre todas las cuestiones relacionadas con el proyecto de edificación.

Al igual que el trabajo cotidiano de un estudio de arquitectura se desarrolla en muchos pequeños pasos y en unos cuantos grandes, la ampliación y la revisión constantes de este libro vienen determinadas por la meticulosidad con la que se dan respuestas a las cuestiones relativas a normas DIN y a otras normativas, por un lado, pero, también porque refleja aquellos grandes temas de nuestro tiempo que tienen que ver con la planificación de proyectos de edificación. Indudablemente, uno de estos temas importantes es la toma de conciencia sobre la preocupación medioambiental y la imprescindible sostenibilidad en la planificación, que abarca muchos aspectos y está en función del tema del proyecto. En todos los capítulos de este libro, el equipo formado alrededor del profesor Johannes Kister pretende presentar "información objetiva" y "actualizada" de los estándares y las perspectivas sostenibles, tal como probablemente hubiera percibido Ernst Neufert. Con esta nueva edición, la primera tras el 70 aniversario de la primera edición del *Arte de proyectar en arquitectura*, esperamos crear la base para una información completa y fiable en torno a la tarea de proyectar.

Neufert-Stiftung, marzo de 2009

La trigésimonovena edición alemana (la decimosexta en castellano) de *Arte de proyectar en arquitectura* se ha desarrollado de nuevo en un lugar, la escuela de la Bauhaus en Dessau, que fue decisivo para la formación de Ernst Neufert como director encargado de la oficina de Walter Gropius. Parece que la decisión de volver a la Bauhaus y remontarse a las raíces ha sido acertada, a juzgar por la buena acogida que tuvo la revisión de la edición anterior entre arquitectos, estudiantes, profesores universitarios y otros profesionales interesados en el tema. De este modo, se ha seguido desarrollando el esquema conceptual en la trigésimonovena edición, en colaboración con Nicole Oelmes, Neufert de soltera, e Ingo Neufert. Quiero expresar a ambos mi gratitud por la confianza y comprensión que me han mostrado y por facilitar la colaboración. Quiero agradecer especialmente a Mathias Brockhaus, Matthias Lohmann y Patricia Merkel —un equipo de excelentes profesionales—, a los estudiantes de la Hochschule Anhalt: Fanjuan Kong, Tobias Schwarzwald y Mandy Wagenknecht, y a los asesores externos que han contribuido decisivamente al éxito del trabajo gracias a su colaboración y a sus competentes consejos.

Johannes Kister
Dessau, marzo de 2009

Asesores externos:

Dirk Bohne	Instalaciones
Karl-Heinz Breuer	Generalidades
Paul Corall	Protección contra incendios
Thomas Ehrenberg	Gasolineras y estaciones de servicio
Olaf Gersmeier	Planificación y dirección de obra facultativa
Lydia Haack, John Höpfner	Gasolineras y lavaderos de coches
Karl-Josef Heinrichs	Física de la construcción
Alfred Jacoby	Sinagogas
Stefan Jäckel, Tobias Micke y Andreas Kotlan	Espacios exteriores
Jörg Junhold	Parques zoológicos
Lür Meyer-Bassin	Teatros
Hans-Peter Mühlethaler	Gastronomía
Gunther Nogge	Parques zoológicos
Marcellus Puhlemann	Planificación y dirección de obra facultativa
Hermann Schnell	*Facility management*
Finn Stoll	Administración
Wolfgang Thiede	Sanidad
Carsten Thiemann	Ferrocarriles
Heiko Uelze	Gastronomía
Susanne Weber	Iluminación
Carola Wunderlich	Aviación

PROLEGÓMENOS

Este manual surgió a partir de la documentación recogida para impartir unas conferencias en la Bauhochschule de Weimar. Esta información, imprescindible para proyectar edificios, se basa en las dimensiones, experiencias y conocimientos adquiridos durante la práctica profesional y en la investigación en los ámbitos humanos, pero recopilada con una visión abierta a nuevas posibilidades y exigencias.

Por un lado nos apoyamos en nuestros antecesores, pero, por otro, todo continúa; somos hijos de nuestro tiempo y tenemos la mirada puesta en el futuro; además, la perspectiva de cada individuo es a menudo muy distinta, debido a las diferencias de educación y a la formación posterior, a la influencia del entorno y a la capacidad y grado de formación propia de cada individuo.

Que nuestras opiniones actuales, de las que estamos tan seguros, sean definitivamente correctas es cuestionable, pues sin duda también se ven condicionadas por el paso del tiempo. La experiencia nos enseña que una época posterior está en mejores condiciones de juzgar con imparcialidad, ya que al presente le falta el distanciamiento necesario para tener una visión objetiva del conjunto. De esto se desprende que cualquier disciplina debería imponerse un cierto grado de reserva para no convertirse en una doctrina errónea, porque, a pesar de todos los esfuerzos para alcanzar la verdad y la objetividad, para analizar críticamente nuestras ideas sin dejar de lado las dudas, cualquier materia es subjetiva y depende de la época y del entorno. Los peligros de establecer una doctrina errónea se pueden evitar si la propia doctrina asegura que no es un todo completo y que está al servicio de los individuos vivos, del futuro y de la evolución posterior, y que, en consecuencia, se subordina a estos.

Esta actitud proporciona a los discípulos la postura intelectual a la que se refiere Friedrich Nietzsche al decir: "Sólo quien se transforma permanece cercano a mí".

Lo esencial de una doctrina así, en constante evolución y al servicio del desarrollo, consiste en no ofrecer recetas definitivas, "saberes enlatados", sino en considerar únicamente los fundamentos, elementos, rincones y los métodos para combinarlos, construirlos, componerlos y armonizarlos. Confucio expresó este pensamiento hace ya más de 2.500 años con las siguientes palabras: "A mi alumno le doy una esquina, ¡pero debe encontrar las otras tres por sí mismo!" ¡Un arquitecto vocacional, o que sienta profundamente el anhelo de construir, se tapará los oídos y cerrará los ojos cuando se le presente la **solución** a una tarea, ya que posee tantas ideas propias que solo necesita los **elementos** para ponerse manos a la obra y crear un todo a partir de ellos!

Quien alguna vez ha confiado en sí mismo, quien ha puesto la mirada en las relaciones, en el juego de las fuerzas, los materiales, los colores y las dimensiones, quien puede aprehender la verdad y la apariencia externa de las construcciones y estudia el efecto que producen analizándolas críticamente, se encuentra en el camino correcto hacia la mayor satisfacción vital, que sólo experimentan las personas creativas. Esta concepción de la vida debería ayudarle a alcanzar dicho objetivo. Ha de liberarlo de todas las doctrinas, incluso de esta, y estimularlo a la propia creatividad, ha de servirle de punto de partida; avanzar y construir es algo que debe hacer cada uno por sí mismo.

Las formas de nuestra época se obtienen recorriendo el mismo camino por el que avanzaron nuestros antecesores para construir sus extraordinarios templos, catedrales o castillos, para los que no encontraron ningún modelo, pero que respondían a su imaginación, a sus deseos, ideas e ideales y se acercaban a sus aspiraciones. Ya la mera formulación de un encargo despierta ideas que deben transformarse en formas concretas, que sólo poseen una vaga similitud con todo lo que ya existe. Estas nuevas construcciones, que pueden ser técnicamente mucho mejores que sus predecesoras si tienen en cuenta el estado actual de la técnica, también pueden compararse artísticamente con los edificios del pasado.

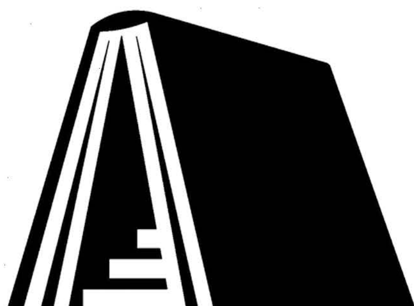
Si se compara una nave industrial actual, clara, espaciosa, bien dimensionada y proporcionada, y con una construcción más ligera, con una fábrica del siglo XVIII o con un taller artesano del siglo XV, hasta un historiador conservador reconocerá la superioridad de nuestras nuevas construcciones. Esto quiere decir que cuando las construcciones sirven a una auténtica necesidad de su época, pueden esperarse de los arquitectos fieles a su tiempo unas realizaciones que no sólo resistan una comparación con los mejores edificios antiguos, sino que incluso puedan hacerles sombra.

Por ello, en una Escuela Superior viva debería ofrecerse, en primer lugar, una visión de la época y una predicción de la evolución futura, y plantear únicamente un análisis retrospectivo en casos imprescindibles. Esta valoración también la comparte uno de nuestros mayores prohombres, Fritz Schumacher, cuando en sus estudios sobre la profesión de arquitecto nos advierte: "el joven estudiante se pierde a menudo en consideraciones histórico-arquitectónicas, en investigaciones retrospectivas y, dejándose seducir por el título de doctorado, emprende caminos secundarios de erudición, lo que se realiza a costa de la energía necesaria para las múltiples exigencias de la creación arquitectónica".

Por este motivo, parece más correcto proporcionar a los estudiantes únicamente los elementos, tal como se propone en este manual, sobre el arte de proyectar. Me he esforzado en reducir los elementos básicos de la proyectación a los aspectos más fundamentales, esquematizándolos y abstrayéndolos para dificultar al usuario la mera copia, forzándolo a dar a los objetos un contenido y una forma propia. Para alcanzar cierto grado de equivalencia, los proyectos seleccionados pertenecen a una misma época, cuyo espíritu se manifiesta a través de las tendencias estilísticas que le dan una expresión definitiva.

Ernst Neufert

ÍNDICE DE MATERIAS



EXPLICACIÓN DE LOS SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

Abreviaturas y títulos de normativas alemanas

AbfBefV1	Ordenanza del transporte de residuos
ABP	Certificado general de inspección de obras
AEG	Ley General de Ferrocarriles
ArbStättR	Directrices de seguridad y salud en los lugares de trabajo
ArbStättV	Disposiciones mínimas de seguridad y salud en lugares de trabajo
BAP	Lugares de trabajo con pantallas de visualización de datos
BauGB	Código Alemán de Construcción
BeStättVO	Ordenanza sobre alojamientos turísticos
BGB	Código Civil alemán
BGF	Superficie construida
BGR	Directrices de la asociación federal de las mutuas comerciales de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales
BHKW	Planta de cogeneración
BImSchG	Ley Federal de Protección contra Inmisiones
BMZ	Volumen máximo edificable
BOStrab	Ordenanza sobre la construcción y el funcionamiento de tranvías
BP	Programa de Actuación Urbanística/Plan Parcial de Ordenación
BRI	Volumen construido
BZ	Celdas de combustible
CWVO	Ordenanza sobre terrenos de camping y casetas de fin de semana
DEHOGA	Asociación de Hostelería y Gastronomía Alemana
DIN	Deutsches Institut für Normung (Instituto Alemán de Normalización)
EBO	Ordenanza sobre la construcción y el funcionamiento de ferrocarriles
EEG	Ley de energías renovables
EigZulG	Ley de la Ayuda Directa a Vivienda
EnEV	Ordenanza para el ahorro de energía calorífica
EVG	Balasto electrónico
FF	Superficie útil de locales para instalaciones
FGSV	Asociación de investigación viaria
FH	Altura de cumbrera
FNP	Plan de Ordenación del Territorio
GE	Zona comercial
GFZ	Edificabilidad
GI	Polígono industrial
GIF	Asociación de investigación del comercio inmobiliario
GRZ	Índice de ocupación
GUV	Directrices de la asociación federal de mutuas de accidentes de trabajo
HeizAnlV	Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios
HNF	Superficie útil principal
HOAI	Reglamento de tarifas de honorarios de arquitectos e ingenieros
ICAO	Organización Internacional de Aviación Civil
IndBauR	Ordenanza sobre la construcción de edificios industriales
KfW	Instituto de Crédito para la Reconstrucción
KGF	Superficie construida
Kita	Centro de educación infantil
KWK	Cogeneración
LBO	Ley Regional de Ordenación de la Edificación
LED	Light Emitting Diode (diodo lumínico)
Light	Asociación registrada Alemana de Técnicas de la Iluminación
MF-B	Directrices para el cálculo de superficies alquilables para oficinas
MF-H	Directrices para el cálculo de superficies alquilables (locales y centros comerciales)
NF	Superficie útil
NNF	Superficie útil para usos secundarios
NRI	Volumen neto del edificio
PBefG	Ley de Ordenación de los Transportes Terrestres
Plan ZV	Normas generales de representación gráfica en planos urbanos
ROG	Ley del Suelo y Ordenación Urbana
ROV	Ordenanza sobre la ordenación urbana
SchBauR	Ordenanza para la construcción de edificios escolares
StVo	Código de la Circulación
StVZO	Reglamento General de Vehículos
SUV	Sports Utility Vehicle (Reglamento de vehículos)
UVV	Normativa sobre seguridad e higiene en el trabajo de las mutuas comerciales de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales
VBG	Asociación de las mutuas comerciales de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales
VBP	Plan de Edificación
VDE	Asociación de Ingenieros Electricistas Alemanes
VDI	Asociación de Ingenieros Alemanes
VF	Superficie de circulación
VkVO	Ordenanza para locales comerciales
VOB	Reglamento alemán de Contratación de Obra
VStättVO	Ordenanza Reguladora de los Usos y Condiciones de los Locales de Espectáculos y Reunión
WoFG	Ley de Apoyo del Espacio Habitable
WoFIV	Ordenanza sobre el cálculo de la superficie habitable
WSG	Ley de aguas

Abreviaturas de unidades

DIN 1301

10^{12}	10 cm 12 mm (las cifras en superíndice son milímetros)
mln	metro lineal
″	pulgada inglesa
′	pie inglés
H o h	altura
A o a	anchura
h	hora
s	superficie
min	minuto
seg. o s	segundo
12°	grado centígrado
J	energía
WS	cantidad de calor
N	fuerza
Pa	presión
2° 3′ 4″	2 grados, 3 minutos, 4 segundos
% o pC	tanto por ciento, centésima parte
‰ o pM	tanto por mil, milésima parte
Ø	diámetro
CS	canto superior
PC	canto superior del pavimento
RC	canto superior de los raíles
E	escala
/	por (p. ej., t/m = toneladas por metro)
LN	longitud nominal

Alfabeto griego

Α	α	(a)	alfa
Β	β	(b)	beta
Γ	γ	(g)	gamma
Δ	δ	(d)	delta
Ε	ε	(e)	épsilon
Ζ	ζ	(z)	zeta
Η	η	(e)	eta
Θ	θ	(th)	theta
Ι	ι	(i)	iota
Κ	κ	(k)	kappa
Λ	λ	(l)	lambda
Μ	μ	(m)	mi
Ν	ν	(n)	ni
Ξ	ξ	(x)	csi
Ο	ο	(o)	ómicron
Π	π	(p)	pi
Ρ	ρ	(r)	rho
Σ	σ	(s)	sigma
Τ	τ	(t)	tau
Υ	υ	(y)	ípsilon
Φ	φ	(ph)	fi
Χ	χ	(ch)	ji
Ψ	ψ	(pß)	psi
Ω	ω	(o)	omega

Signos matemáticos

>	mayor que
≥	mayor o igual que
<	menor que
≤	menor o igual que
Σ	suma de
∢	ángulo
sen	seno
cos	coseno
tg	tangente
ctg	cotangente
⫲	en el centro
=	igual
≡	equivalente
≠	distinto de
≠	no idéntico
≈	casi igual
c ~	congruente
~	parecido (también para repeticiones de palabras)
∞	infinito
∥	paralelo
⋕	igual y paralelo
≢	no equivalente
×	multiplicado por
/	dividido por
⊥	ángulo recto
V	volumen
ω	ángulo tridimensional
√	raíz de
∧	incremento infinito
≡	congruente
Δ	gradiente
↑↑	paralelo, en la misma dirección
↓↑	paralelo, en dirección opuesta

Cifras romanas

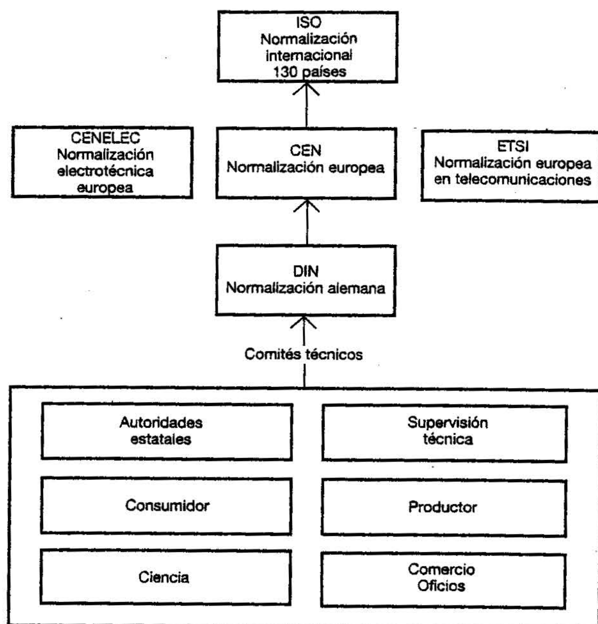
I =	1
II =	2
III =	3
IV =	4
V =	5
VI =	6
VII =	7
VIII =	8
IX =	9
X =	10
XV =	15
C =	100
CL =	150
CC =	200
CCC =	300
CD =	400
D =	500
DC =	600
DCC =	700
DCC =	700
DCCC =	800
CM =	900
M =	1000
MCMLX =	1960

Normas

Las normas definen estándares, representan el estado actual de la técnica y facilitan sustancialmente el comercio nacional e internacional. Las normas las definen comités de grupos representantes interesados → ❶.

Instituto Alemán de Normalización (DIN) y sus normas

El Instituto Alemán de Normalización (DIN: Deutsches Institut für Normung) de Berlín se fundó en 1917 como comisión para la normalización de la industria. Desde 1920, DIN es una asociación registrada sin ánimo de lucro que representa los intereses alemanes en las organizaciones de normalización europeas e internacionales (CEN, ISO). El Instituto desarrolla estándares técnicos (normas) en los comités técnicos y en colaboración con la industria, la ciencia, las autoridades y los consumidores, y determinan la garantía de calidad, la seguridad y la protección del medio ambiente. El Instituto Alemán de Normalización se ha comprometido a aceptar las normas europeas (DIN EN). El Comité de Normalización de la Construcción (NABau) es responsable en el DIN de la labor de normalización de ámbitos relativos a la construcción; a través de las normas DIN se pretende garantizar que los contenidos y las tecnologías se correspondan con las reglas técnicas reconocidas. La editorial Beuth-Verlag de Berlín está asociada al DIN y se encarga de la distribución exclusiva de las normas. Las normas no son leyes, sino que representan un consenso sobre el estado actual de la tecnología, y adquieren vigencia legal solo a través de su mención en leyes o contratos.
En caso de retracción o derogación de normas DIN, estas siguen vigentes hasta se sustituyan por una nueva norma correspondiente. Si, por ejemplo, en las normas EN faltaran indicaciones que anteriormente figuraban en la norma DIN, estas conservarán su validez como referencia.



❶ Organismos de Normalización

DIN Deutsches Institut für Normung (Instituto Alemán de Normalización), Berlín, www.din.de
CEN Comité Européen de Normalisation (Comité Europeo de Normalización), Bruselas, www.cenorm.be
CENELEC Comité Européen de Normalisation Electrotéchnique (Comité Europeo de Normalización Eléctricotécnica), Bruselas, www.cenorm.be
ETSI European Telecommunications Standards Institute (Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones), www.etsi.fr
ISO International Organization for Standardization (Organización Internacional de Estandarización), Ginebra, www.iso.ch

NORMAS

NORMAS DIN

Fundamentos de la construcción

DIN 18205	Planificación de necesidades en la edificación
DIN 107	Denominación izquierda o derecha en la construcción
DIN 277	Superficies y volúmenes
DIN 276	Costes en la edificación
DIN 1055	Hipótesis de carga para la edificación
DIN 4172	Modulación de medidas en la edificación
DIN 18000	Modulación en la edificación
DIN 18960	Costes de uso en la edificación
DIN EN ISO 128	Planos técnicos

Planeamiento de edificios

DIN 18024	Accesibilidad en arquitectura
DIN 18025	Viviendas sin barreras arquitectónicas
DIN 32984	Indicadores para pavimentos de superficie táctil en viales públicos
DIN 14096	Consignas en caso de incendio
DIN 14675	Instalación automática de detección y alarma de incendios; construcción y fabricación
DIN 18015	Instalaciones eléctricas en edificios residenciales
DIN 14095	Planos de edificios para bomberos
DIN 18014	Electrodos de puesta a tierra en la cimentación
DIN 18065	Escaleras en edificios
DIN 13080	Organización hospitalaria en áreas y unidades funcionales
DIN 31051	Fundamentos del mantenimiento
DIN 18012	Instalaciones de acometida en edificios
DIN 68935	Medidas de muebles de baño, mecanismos y sanitarios
DIN 18017	Ventilación de baños y aseos sin ventanas exteriores
DIN 18013	Nichos para contadores de electricidad
DIN 18100/18101	Puertas
DIN 58125	Edificios escolares

Materiales y elementos constructivos

DIN V 20000	Aplicación de materiales constructivos en edificios
DIN 18515	Revestimientos de cerramientos
DIN 18516	Revestimientos de cerramientos ventilados
DIN EN 336/338	Madera para estructuras
DIN EN 459	Cal para la construcción
DIN EN 1168	Productos prefabricados de hormigón
DIN 52130-52133	Betún
DIN 18158	Baldosas de ladrillo recocido
DIN 18531	Impermeabilizaciones de cubierta
DIN EN 14085	Revestimientos de suelo resilientes
DIN 4426	Instalaciones de mantenimiento de edificaciones
DIN 18560	Revestimientos continuos
DIN EN 13318	Materiales para revestimientos continuos y revestimientos continuos
DIN EN 622	Tableros de fibras
DIN EN 771	Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería
DIN 4226	Granulometrías de áridos para hormigones y morteros
DIN 52143	Láminas bituminosas con vellón de fibra de vidrio
DIN 18180-18184	Placas de yeso laminado
DIN EN 12860	Adhesivos a base de yeso para paneles de yeso
DIN EN 12859	Paneles de yeso
DIN EN 410/637	Vidrio para la edificación
DIN EN 1051/12758	Vidrio para la edificación
DIN 4121	Falsos techos colgados de mortero sobre mallazo
ISO 19993	Edificios de madera, madera laminada encolada
DIN EN 14761	Suelos de madera
DIN EN 13488	Suelos de madera
DIN EN 13226	Suelos de madera
DIN 68121	Perfilería de madera para ventanas
DIN 68702	Pavimentos de madera
DIN 18148	Bloques huecos de gran formato de hormigón ligero
DIN EN 13986	Tableros derivados de la madera para la construcción
DIN 1101	Placas ligeras de lana de madera para la construcción
DIN 68706	Puertas interiores de madera y derivados de la madera
DIN V 106	Ladrillos silicocalcáreos

DIN 18156/18157	Revestimientos cerámicos sobre mortero de capa fina
DIN EN 14411	Baldosas cerámicas
DIN 18558	Enlucidos poliméricos
DIN 1055	Hipótesis de carga
DIN V 18153	Bloques de hormigón
DIN V 105	Ladrillos para obra de fábrica
DIN 52129	Láminas bituminosas sin protección superficial
DIN EN 14342	Suelos de madera
DIN 18550	Enlucido
DIN EN 413	Cementos para albañilería
DIN V 4165	Ladrillos de hormigón celular
DIN 4166	Hormigón celular y placas de hormigón celular
DIN 272	Métodos de ensayo de revestimientos continuos de óxido de magnesio
DIN 4074	Clasificación de la madera según su resistencia
DIN 18159	Espumas plásticas proyectadas in situ para la construcción
DIN 18164	Espumas plásticas aislantes
DIN EN 312	Tableros de fibras
DIN 68705	Contrachapado de madera
DIN 66095	Revestimientos textiles para suelos
DIN EN 13964	Techos colgados
DIN V 18152	Ladrillos y bloques macizos de hormigón ligero
DIN 18162	Placas para tabiques de hormigón ligero
DIN EN 13162	Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación
DIN EN 197	Cemento

Instalaciones deportivas y de ocio, paisajismo, arquitectura rural

DIN 33942	Zonas de juego sin barreras
DIN 18036	Instalaciones de patinaje sobre hielo
DIN 18032	Pabellones polideportivos
DIN 18034	Parques infantiles y espacios para el juego
DIN 18035	Campos deportivos
DIN 18915/18920	Vegetación en el paisajismo

Dimensionado y ejecución

DIN EN 336	Madera para estructuras
DIN EN 206	Hormigón
DIN 1052	Edificios de madera
DIN EN 13986	Tableros derivados de la madera para la construcción
DIN 18530	Construcciones de forjados macizos para cubiertas
DIN 1053	Obra de fábrica
DIN 18551	Hormigón proyectado
DIN 18800	Construcciones de acero
DIN 18801	Edificación con acero
DIN 18203	Tolerancias en la construcción
DIN 1045	Estructuras de hormigón
DIN 18807	Chapas nervadas
DIN EN 1520	Componentes prefabricados de hormigón armado de áridos ligeros con estructura abierta con armadura estructural y no estructural

Instalaciones de edificación

DIN 44576	Calefacción eléctrica
DIN V 4701	Evaluación energética de instalaciones de calefacción y ventilación
DIN 14090	Superficies en solares para los bomberos
DIN EN 1264	Suelo radiante
DIN EN 12831	Sistemas de calefacción en edificios
DIN EN 12828	Sistemas de calefacción en edificios
DIN 4721	Sistemas de canalización en materiales plásticos para suelos radiantes de agua caliente y conexión de radiadores
DIN EN 12792	Ventilación de edificios
DIN 1946	Climatización
DIN 4703	Radiadores
DIN 4725	Suelos radiantes con circuitos de agua caliente
DIN 4108	Aislamiento térmico y ahorro energético en edificios
DIN EN ISO 13370	Prestaciones térmicas de edificios. Transmisión de calor por el terreno
DIN EN 832	Comportamiento térmico de los edificios. Cálculo de las necesidades energéticas para calefacción. Edificios residenciales

Física de la construcción y medidas de protección en la edificación

DIN 18540	Impermeabilización y sellado de juntas en paredes exteriores
DIN 18545	Impermeabilización de acristalamientos con sellantes
DIN EN ISO 717	Acústica
DIN EN 12354	Acústica de la edificación
DIN 18230	Seguridad contra incendios en edificios de uso industrial
DIN EN ISO 6946	Elementos de construcción
DIN 18195	Impermeabilización de edificios
DIN 4102	Resistencia al fuego de los productos de construcción y elementos
DIN 18093	Puertas cortafuego
DIN 14094	Bomberos, escaleras de emergencia
DIN 14095	Planos de edificios para bomberos
DIN 18541	Perfiles de junta de materiales sintéticos termoplásticos para impermeabilización de juntas en hormigón in situ
DIN 68800	Protección de la madera en la edificación
DIN 18041	Acústica en pequeños y medianos espacios
DIN EN 13501	Clasificación en función de comportamiento frente al fuego de los productos y elementos constructivos
DIN 18232	Sistemas para el control de humo y de calor
DIN 18005	Acústica en el urbanismo
DIN 4844	Señalización de seguridad
DIN 18095	Puertas, puertas con características de control de humos
DIN EN ISO 7345	Aislamiento térmico
DIN 4108	Aislamiento térmico en la edificación
DIN EN ISO 10077	Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas
DIN EN ISO 10211	Puentes térmicos en la edificación
DIN EN 13187	Comportamiento térmico de los edificios
DIN EN ISO 13788	Características higrotérmicas de los elementos y componentes de edificación
DIN EN 13829	Comportamiento térmico de los edificios
DIN V 18559	Sistemas de aislamiento térmico exterior
DIN EN 13162-13172	Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación

Interiores

DIN EN 1443	Chimeneas
DIN 18160	Chimeneas
DIN EN 1838	Iluminación
DIN 15306	Ascensores, ascensores en edificios residenciales
DIN 15309	Ascensores, ascensores en edificios no residenciales
DIN 18090/18091	Ascensores, cajas de ascensor
DIN 18255/18257	Herrajes para la construcción
DIN 5035	Iluminación artificial
DIN 18057	Ventanales de hormigón
DIN 18055	Ventanas
DIN EN 12207/08	Ventanas y puertas
DIN EN 12210	Ventanas y puertas
DIN 18056	Paredes acristaladas
DIN 18093	Puertas cortafuego
DIN 4242	Paredes de pavés
DIN EN 612	Canalones de alero
DIN 68121	Perfilería de madera para ventanas y balconeras
DIN EN 12464	Iluminación
DIN 18183	Tabiquería en seco de placas de yeso laminado
DIN 4103	Divisorias interiores no portantes
DIN 18073	Persianas, protección solar
DIN 18251	Cerrojos
DIN EN 1906	Herrajes para la edificación
DIN 5034	Luz natural en espacios interiores

Contratación

DIN 1960/1961	VOB Reglamento alemán de contratación de obra

Sistema Internacional de unidades (SI)

Es el sistema de medidas y unidades más extendido en el ámbito de las ciencias. Son unidades básicas que no pueden deducirse de ningún otro tipo de magnitud.

Cantidad	Unidad	Abreviatura	Definición	Unidades SI contenidas en la definición
1 Longitud	el metro	m	longitud de onda radiación criptón	-
2 Masa	el kilogramo	kg	prototipo internac.	-
3 Tiempo	el segundo	s	vibraciones de la radiación de cesio	-
4 Intensidad de corriente eléctrica	el amperio	A	fuerza electrodinám. dos conductores	kg, m, s
5 Temperatura	el grado kelvin	K	punto triple agua	-
6 Intensidad lumínica	la candela	cd	radiación de saturación del platino	kg, s
7 Cantidad de materia	el mol	mol	masa molecular	kg

❶ Unidades del Sistema Internacional (SI)

Símbolo	(Unidad)	Denominación
a) Aislamiento térmico		
t	(°C, K)	Temperatura
Δt	(K)	Gradiente térmico
q	(Wh)	Cantidad de calor
λ	(W/mK)	Conductividad térmica
λ'	(W/mK)	Conductividad térmica equivalente
Λ	(W/m²K)	Coeficiente de conductancia térmica interna
α	(W/m²K)	Coeficiente de conductancia térmica superficial
k	(W/m²K)	Coeficiente de transmisión térmica total
1/Λ	(m²K/W)	Coeficiente de resistencia térmica interna
1/α	(m²K/W)	Coeficiente de resistencia térmica superficial
1/k	(m²K/W)	Coeficiente de resistencia térmica total
D'	(m²K/W·cm)	Resistencia térmica lineal
c	(Wh/kgK)	Capacidad térmica especifica
S	(Wh/m³K)	Absorción térmica
β	(1/K)	Coeficiente de dilatación lineal
a	(mK)	Coeficiente de separación
P	(Pa)	Presión
P_o	(Pa)	Presión (parcial) de vapor
g_o	(g)	Cantidad de vapor
g_k	(g)	Cantidad de agua condensada
v	(%)	Humedad relativa del aire
μ	(-)	Índice de resistencia a la difusión (Factor de resistencia a la difusión)
μ·d	(cm)	Grosor de aire equivalente
Λ_o	(g/m²hPa)	Permeabilidad al vapor de agua
$1/\Lambda_o$	(m²hPa/g)	Resistencia al vapor de agua
μλ	(W/mK)	Factor de posición
μλ'	(W/mK)	Factor de posición de las capas de aire
P	(€/kWh)	Precio de la energía
b) Aislamiento acústico		
λ	(m)	Longitud de onda
f	(Hz)	Frecuencia
f_{gr}	(Hz)	Frecuencia límite
f_η	(Hz)	Frecuencia de resonancia
E_{dyn}	(N/cm²)	Módulo de elasticidad dinámica
S'	(N/cm³)	Rigidez dinámica
R	(dB)	Aislamiento acústico (ruido aéreo) en el laboratorio
R_m	(dB)	Aislamiento acústico medio (ruido aéreo)
R'	(dB)	Aislamiento acústico bruto (ruido aéreo)
L_{SM}	(dB)	Protección frente al ruido aéreo
L_n	(dB)	Nivel de ruidos de impacto normalizado
V/M	(dB)	Mejora del revestimiento de un forjado
TSM	(dB)	Protección frente al ruido de impacto
a	(-)	Coeficiente de absorción acústica
A	(m²)	Superficie equivalente de absorción
r	(m)	Radio de Hall
ΔL	(dB)	Disminución del ruido de impacto

❷ Símbolos físicos del Sistema Internacional (SI)

Denominación			Magnitud	Denominación			Magnitud
T	(tera)	$= 10^{12}$	(billón)	c	(centi)	= 1/100	(centésima)
G	(giga)	$= 10^{9}$	(millar)	m	(mili)	$= 10^{-3}$	(milésima)
M	(mega)	$= 10^{6}$	(millón)	μ	(micro)	$= 10^{-6}$	(millonésima)
k	(kilo)	$= 10^{3}$	(mil)	n	(nano)	$= 10^{-9}$	(milmillonésima)
h	(hecta)	= 100	(centena)	p	(pico)	$= 10^{-12}$	(billonésima)
da	(deca)	= 10	(decena)	f	(fento)	$= 10^{-15}$	(milbillonésima)
d	(deci)	= 1/10	(décimo)	a	(ato)	$= 10^{-18}$	(trillonésima)

Para designar un múltiplo o divisor solo se utiliza un prefijo

❸ Múltiplos y divisores decimales de unidades

Magnitud	Símbolo	Unidad del Sistema Internacional	Factor de conversión
Longitud	m	metro	
Superficie	m²	metro cuadrado	
Volumen	m³	metro cúbico	
Masa	kg	kilogramo	
Fuerza	N	newton = 1 kg m/s²	9,8
Presión	Pa	pascal = 1 N/m²	133,3
	Pa		
	bar	bar = 100.000 Pa = 100.000 N/m	0,98
Temperatura	°C	grado centígrado	
	K	grado Kelvin*	1
Trabajo	-		10
(energía,	Ws, J	watio/segundo = julio	4.186
cantidad	Nm		
de calor)	Wh	watio/hora = 3,6 KJ	1,163
	kWh	kilowatio/hora = 103 Wh = 3,6 MJ	1,163
Potencia	W	watio	736
(flujo energ.			
flujo térmico)	W	watio	1,163

* Prescrito a partir de 1975

❹ Conversión de unidades

$1\ m \cdot m = 1\ m^2$ $\quad$ $1\ m \cdot 1\ s^{-1} = 1\ m\ s^{-1}\ (= 1\ m/s)$

$1\ m \cdot 1\ s^{-2} = 1\ m\ s^{-2}\ (= 1\ m/s^2)$

$1\ kg \cdot 1\ m \cdot 1\ s^{-2} = 1\ kg\ m\ s^{-2}\ (= 1\ kg\ m/s^{-2})$

$1\ kg \cdot 1\ m^{-3} = 1\ kg\ m^{-3}\ (= 1\ kg/m^3)$

$1\ m \cdot 1\ m \cdot 1\ s^{-1} = 1\ m^2\ s^{-1}\ (= 1\ m^2/s)$

❺ "Unidades secundarias" derivadas de las unidades básicas del SI

culombio	1 C	= 1 As	ohmio	1 Ω	= 1 V/A
faradio	1 F	= 1 As/V	pascal	1 Pa	= 1 N/m²
henrio	1 H	= 1 Vs/A	siemens	1 S	= 1/Ω
hercio	1 Hz	= 1 s⁻¹ = (1/s)	tesla	1 T	= 1 Wb/m²
julio	1 J	= 1 Nm = 1 Ws	voltio	1 V	= 1 W/A
lumen	1 lm	= 1 cd sr	watio	1 W	= 1 J/s
lux	1 tx	= 1 lm/m²	wéber	1 Wb	= 1 Vs
newton	1 N	= 1 kg m/s²			

El watio puede indicarse como voltamperio (VA) para describir la potencia eléctrica aparente y como var (ver) describir la potencia eléctrica ciega; el wéber también puede indicarse como segundo entero (Vs)

❻ Denominación y símbolo de las unidades secundarias del Sistema Internacional

1 N 2 1 s 2 1 m² = 1 Nsm² $\quad$ 1 A 2 1 s = 1 As = 1 C

1 rad 2 1 s² = 1 rad s¹ (= 1 rad/s) $\quad$ 1 As/V = 1 C/V = 1 F

❼ Unidades obtenidas a partir de las unidades básicas y secundarias del SI

Resistencia térmica	1/Λ = 1 m²h K/kcal	= 0,8598 m²K/W
Conductividad térmica	λ = 1 kcal/m h K	= 1,163 W/m K
Transmisión térmica	k = 1 kcal/m²h K	= 1,163 W/m²K
Conductancia térmica	α = 1 kcal/m²h K	= 1,163 W/m²K
Desidad específica	= 1 kg/m³	= 1 kg/m³
Densidad del cálculo	= 1 kp/m³	= 0,01 kN/m³
Presión	= 1 kp/cm²	= 0,1 N/mm²

❽ Factores de conversión de las unidades tradicionales a las del SI

Unidades básicas de la construcción

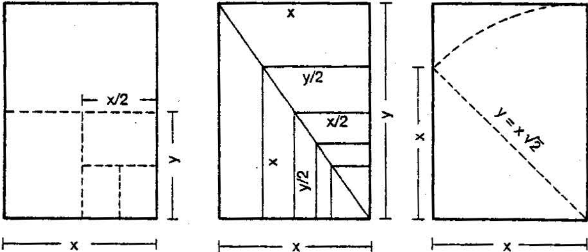
La incorporación, por ley, de las unidades del Sistema Internacional se realizó de manera escalonada entre 1974 y 1977. A partir del 1 de enero de 1978 entró en vigor el sistema internacional de medidas con unidades del SI (SI = Sistema Internacional de Unidades).

Magnitud		Unidades del SI		Unidad legal		Unidad tradicional		Conversión
	Símbolo	Nombre	Símbolo	Nombre	Símbolo	Nombre	Símbolo	
Ángulo plano	α, β, γ	radián	rad	ángulo completo grado minuto segundo gon	pla ° ″ ′ gon	ángulo recto ángulo tradicional ángulo nuevo minuto nuevo segundo nuevo	∟ 9 a cc	1 rad = 1 m/m = 57,296° = 63,662 gon 1 pla = 2 π rad $1^{∟}$ = 1/4pla = (π/2) rad 1° = $1^{∟}$/90 = 1 pla/360 = π/180 rad 1″ = 1°/60 1′ = 1″/60= 1°/3.600 1 gon = 1 q = $1^{∟}$/100 = 1 pla/400 = = π/200 rad 1 c = 10^{-2} gon 1 cc = (10^{-2}) c = 10^{-4} gon
Longitud	l	metro	m	micrométro milímetro centímetro decímetro kilómetro	µm mm cm dm km	pulgada (inch) pie (*foot*) fanton (*fathom*) milla (*mile*) milla náutica	in ft fathom mil sm	1 in = 25,4 mm 1 ft = 30,48 cm 1 fathom = 1,8288 m 1 mil = 1.609,344 m 1sm = 1,852 km
Superficie, superficie de solares	A, q	metro cuadrado	m^2	área hectárea	a ha			1 a = 10^2 m^2 1 ha = 10^4 m^2
Volumen Volumen nominal	V V_n	metro cúbico	m^3	litro	l	metro cúbico normalizado	Nm^3 cbm	1 l = 1 dm^3 = 10^{-3} m^3 1 Nm^3 = 1 m^3 en estado normal 1cbm = 1 m^3
Tiempo duración	t	segundo	s	minuto hora día año	min h d a			1 min = 60 s 1 h = 60 min = 3.600 s 1 d = 24 h = 86.400 s 1 a = 8.765,8 h = 31,557 · 10^6 s
Frecuencia valor de recurrencia del período Frec. circular Velocidad angular	f ω ω	hercio segundo inverso radián por segundo	Hz 1/s rad/s					1 Hz = 1/s, dando las frecuencias en las ecuaciones $\omega = 2 \times f$ $\omega = 2 \times n$
Revoluciones, velocidad de giro	n	segundo inverso	1/s	revol. por seg. revol. por min	r/s r/min	revol. por seg. revol. por min	U/s U/min	1/s = t/s = U/s
Velocidad	v	metro por segundo	m/s	kilómetro por hora	km/h	nudo	kn	1 m/s = 3,6 km/h 1 kn = 1 sm/h = 1,852 hm/h
Aceleración de la gravedad	q	metro por segundo al cuadrado	m/s^2			gal	gal	1 gal = 1 cm/s^2 = 10^{-2}m/s^2
Masa: Peso (como resultado de una pesada)	m	kilogramo	kg	gramo tonelada	g t	libra inglesa libra alemana quintal quintal métrico	pd pf ztr dz	1g = 10^{-3} kg 1 t = 1 Mg = 10^3 kg 1 pd = 0,45359237 kg 1 pf = 0,5 kg 1 ztr = 50 kg 1 dz = 100 kg
Fuerza fuerza de un peso	F G	newton	N			dina pondio kilopondio megapondio kg-fuerza tonelada-fuerza	dyn p kp Mp kg t	1 N = 1 kg/m/s^2 = 1 Ws/m = 1 J/m 1 dyn = 1 g cm/s^2 = 10^{-5} N 1 p = 9,80665 · 10^{-3} N 1 kp = 9,80665 N 1 Mp = 9.806,65 N 1 kg = 9,80665 N 1 t = 9.806,65 N
Tensión mecánica, resistencia	σ	newton por metro cuadrado	N/m^2	newton por milímetro cuadrado	N/ mm^2		kp/cm^2 kp/mm	1 kp/cm^2 = 0,0980665 N/mm^2 1 kp/mm^2 = 9,80665 N/mm^2
Trab., energía Cant. de calor Mom. de giro, Mom. torsor	W, E Q M M_b	julio julio newtómetro o julio	J J Nm J	kilowatio-hora	kWh	HP-hora erg caloría kilopondímetro	HPh erg cal kpm	1 J = 1 Nm = 1 Ws = 10^7 erg 1 kWh = 3,6 · 10^6 J = 3,6 MJ 1 HPh = 2,64780 · 10^6 J 1 erg = 10^{-7} J 1 cal = 4,1888 J = 1,163 · 10^{-3} Wh 1 kp m = 9,80665 J
Eficacia, intens. energética	P	watio	W			caballo de vapor	HP	1 W = 1 J/s = 1 N m/s = 1 kg m^2/s^3 1 HP = 0,73549675 kW
Temperatura Termodinámica Temp. Celsius Gradiente de temp. y diferencia de temp. Temp. Fahrenheit Temp. Reaumur	T θ $\Delta\theta$ θ_F θ_R	kelvin	K K	grado Celsius	°C °C	grado kelvin grado Rankine grado grado Fahrenheit grado Reaumur	°K °R,°Rk grd °F °R	1 °K = 1 K 1 °R = 5/9 K $\theta = T - T_0 T_0$ = 273,15 K $\Delta\theta = \Delta T$, donde: 1 K = 1 °C = 1 grd en ecuaciones se ha de emplear: θ_F = 9/5 θ + 32 = 9/5 T − 459,67 θ_R = 4/5 θ, 1 °R = 5/4 °C

❶ Unidades del SI y unidades legales (extracto para la construcción)

DIBUJOS

FORMATOS NORMALIZADOS SEGÚN DIN 476, 4999



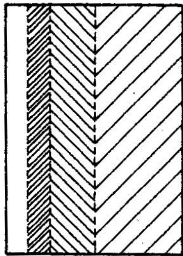
❶–❸ Formatos base

Formato Clase	Serie A	Serie B	Serie C
0	841 × 1.189	1000 × 1.414	917 × 1.297
1	594 × 841	707 × 1.000	648 × 917
2	420 × 594	500 × 707	485 × 648
3	297 × 420	353 × 500	324 × 458
4	210 × 297	250 × 353	229 × 324
5	148 × 210	176 × 250	162 × 229
6	105 × 148	125 × 176	114 × 162
7	74 × 105	88 × 125	81 × 114
8	52 × 74	62 × 88	57 × 81
9	37 × 52	44 × 62	
10	26 × 37	31 × 44	
11	18 × 26	22 × 31	
12	13 × 18	15 × 22	

❹ Series adicionales

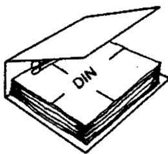
Formato	Abre-viatura	mm
Un medio A4	1/2 A4	105 × 297
Un cuarto A4	1/4 A4	52 × 297
Un octavo A7	1/8 A7	9 × 105
Un medio C4	1/2 C4	114 × 324
etc.		

❺ Formatos alargados

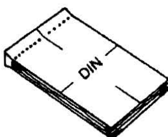


1/8 1/8 1/4 1/2 A4
A4

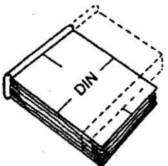
❻ Formatos alargados A4



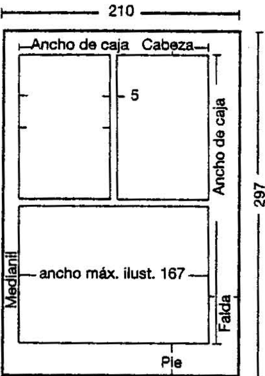
❼ Carpetas



❽ Blocs



❾ Revistas encuadernadas



❿ → ⓫

Información: DIN Instituto Alemán de Normalización, Berlín

Los formatos normalizados de papel constituyen en la actualidad una base para el diseño del mobiliario de oficinas, que determina, a su vez, la distribución de las plantas.
Por este motivo, el conocimiento preciso de los formatos DIN es fundamental para el proyectista.
El Dr. Porstmann estableció los formatos normalizados dividiendo una superficie de 1 m² según las siguientes proporciones:
$x : y = \sqrt{2}$ → ❸ longitud del lado x = 0,841 m
$x \cdot y = 1$ longitud del lado y = 1,189 m

El formato resultante (un rectángulo de 1 m² de superficie, cuyos lados miden 0,841 m y 1,189 m) es la base para las diferentes series de formatos DIN. La serie A se obtiene dividiendo por la mitad o doblando el formato base → ❶ + ❷.
Las series adicionales B y C están previstas para objetos que dependen del formato del papel, p. ej., sobres, carpetas y archivadores → ❹.
Los formatos de la serie B son la media geométrica de los formatos de la serie A.

Los formatos de la serie C son la media geométrica de los formatos de las series A y B → ❹.
Los formatos alargados se obtienen dividiendo longitudinalmente los formatos principales en dos, cuatro y ocho partes (sobres, etiquetas, dibujos, etc.) → ❺ + ❻.

Las cartulinas sin orejuela para ficheros tienen el formato normalizado exacto, y las que sí llevan orejuela exceden del formato en el borde superior.

Los archivadores, carpetas y clasificadores son más anchos que el formato correspondiente por el dispositivo de sujeción. (Para la anchura se han de elegir dimensiones comprendidas en una de las tres series A, B o C) → ❼ DIN 821.
Los blocs y cuadernos de notas tienen el formato normalizado; en los blocs de hojas perforadas el margen perforado está comprendido en el formato normalizado → ❽.
Los libros y revistas tienen también formato normalizado.

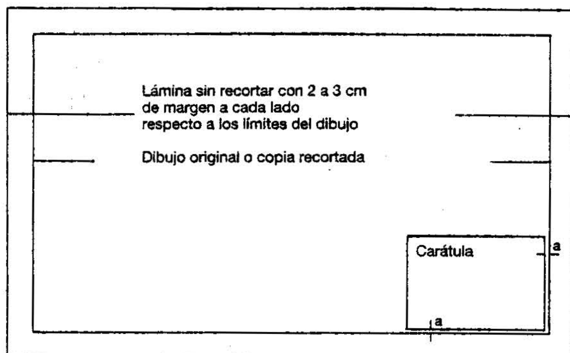
Si al encuadernarlas hay que recortarlas, las hojas tendrán un tamaño algo menor al normalizado y las cubiertas sobresaldrán un poco. La altura de la cubierta ha de ser exactamente la del formato normalizado → ❾.
La anchura de la cubierta está condicionada por el sistema de encuadernación.

	en cíceros		en [mm]	
Anchura de caja	37	38	167	171
Altura caja (sin título columna)	55	551/2	247	250
Espacio entre columnas	1		5	
Anchura máx. ilustraciones (dos columnas)	37		167	
Anchura máx. ilustraciones (una columna)	18		81	
Margen interior (medianil)			16	14
Margen exterior (falda)			27	25
Margen superior (cabeza)			20	19
Margen inferior (pie)			30	28

⓫ Para las cajas e ilustraciones en formato A4 valen, según DIN 826, las siguientes dimensiones: → ❿

DIBUJOS

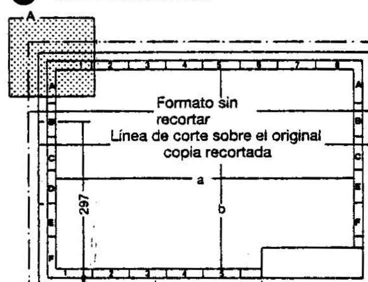
PLANOS TÉCNICOS SEGÚN DIN 824



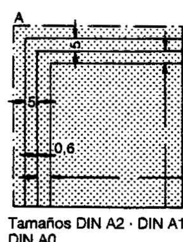
❶ Normas de dibujo

Tamaño de las láminas según DIN 476 serie A	DIN A0	DIN A1	DIN A2	DIN A3	DIN A4	DIN A5
Formato: lámina sin recortar mm	880 x 1230	625 x 880	450 x 625	330 x 450	240 x 330	165 x 240
Formato: lámina recortada mm	841 x 1189	594 x 841	420 x 594	297 x 420	210 x 297	148 x 210

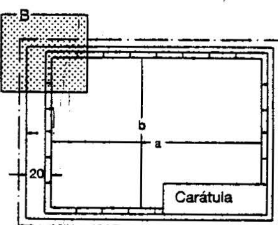
❷ Tamaño de las láminas



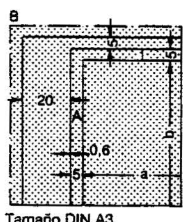
❸ Tamaños DIN A2 · DIN A1 · DIN A0



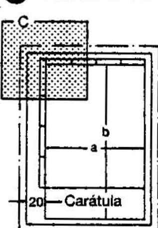
Tamaños DIN A2 · DIN A1 · DIN A0



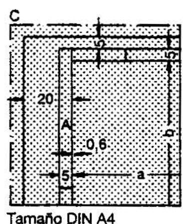
❹ Tamaño DIN A3



Tamaño DIN A3



❺ Tamaño DIN A4



Tamaño DIN A4

❻ Tamaño DIN A5

Partición para	Número de particiones iguales para A0	A1	A2	A3	A4
a	16	12	8	8	4
b	12	8	6	6	4

❼ Particiones (cuarterones)

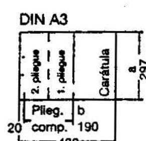
Las normas para los dibujos facilitan al arquitecto la tarea de archivarlos en el despacho o en la oficina de la obra, utilizarlos en las reuniones y realizar envíos. Los originales y las copias, una vez recortadas, deben ajustarse a los formatos de la serie A → ❶, ❸ – ❻.

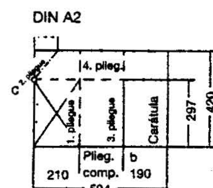
La **separación de la carátula (a)** al margen del dibujo es:
en los formatos A0 – A3 = 10 mm
en los formatos A4 – A6 = 5 mm.
En los dibujos pequeños se permite un margen de 25 mm para la encuadernación, por lo que la superficie útil será menor.

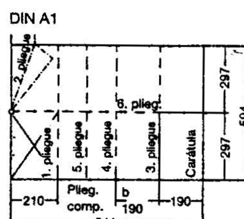
Los **formatos estrechos** pueden obtenerse excepcionalmente yuxtaponiendo varios formatos iguales o parecidos.
Para la serie A pueden utilizarse las siguientes anchuras de rollo:
papel de dibujo y papel transparente: 1.500, 1.560 mm
(de ellos se obtienen: 250, 1.250, 660, 900 mm)
para papel de copia: 650, 900,1.200 mm.
Para obtener todos los formatos de dibujo desde A0 a partir de un rollo de papel, éste ha de tener 900 mm de ancho.
Para archivar los dibujos en clasificadores para formato DIN A4, han de plegarse de la siguiente manera: → ❽.

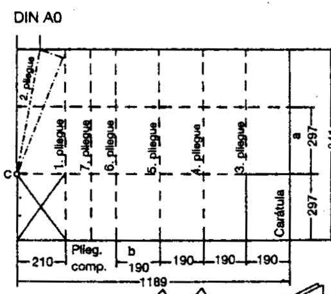
1. La carátula debe quedar siempre arriba y visible.
2. Al empezar a plegar se ha de respetar la anchura de 21 cm (pliegue 1), para lo cual es conveniente utilizar una plantilla de 21 x 29,7 cm.
3. Partiendo de **c** se pliega hacia atrás una porción triangular del dibujo (pliegue 2), de forma que una vez plegado solo se perfore o enganche el cuarterón marcado con una cruz.
4. El dibujo se continúa plegando hacia la izquierda a partir del lado **a** cada 18,5 cm, para lo cual es conveniente utilizar una plantilla de 18,5 x 29,8 cm. La porción de papel restante se dobla por la mitad para que la carátula del dibujo quede hacia arriba.
5. Las líneas de pliegue así obtenidas se empiezan a doblar desde el lado **b**.

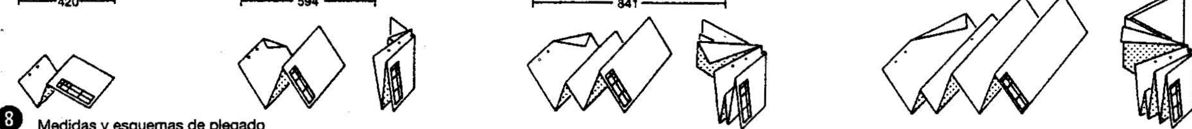
Para reforzar el borde a perforar o enganchar puede pegarse una cartulina de tamaño DIN A5 = 14,8 x 21 cm por la cara posterior. Ajustándose al proceso descrito se pueden plegar láminas de cualquier formato. Si la longitud de la lámina, una vez restado el primer pliegue de 21 cm, no es divisible por un múltiplo par (2, 4, 6, etc.) de 18,5 cm, la longitud restante se doblará por la mitad.



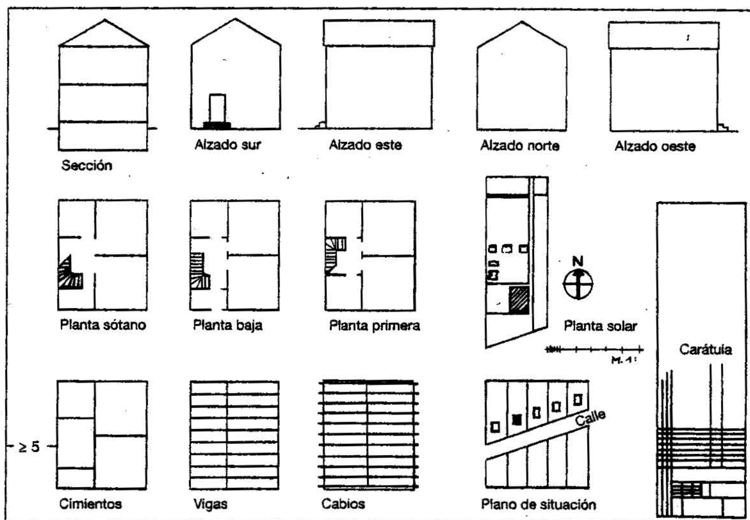








❽ Medidas y esquemas de plegado



❶ Disposición de los dibujos en el plano



❷ Indicación de la escala gráfica

DIBUJOS

DISPOSICIÓN DE LOS DIBUJOS

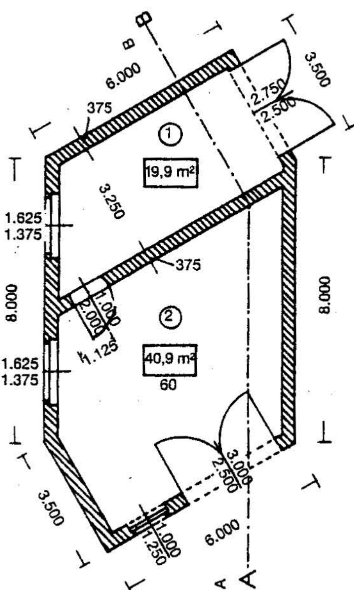
Debe dejarse un margen en blanco de 5 cm de anchura a la para la encuadernación d. La carátula situada a la derecha en ❶ contiene:

1. Tipo de dibujo (croquis, anteproyecto, proyecto, etc.).
2. Elementos representados (plano de situación, planta, sección, alzado, perspectiva, etc.).
3. Escala.
4. En caso necesario, cantidades.

En los planos para solicitar licencias de obra debe indicarse además:

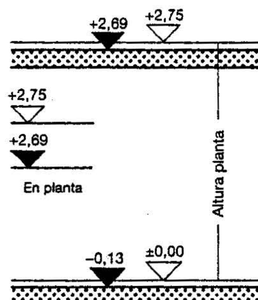
1. Nombre (firma) del promotor.
2. Nombre (firma) del arquitecto.
3. En su caso, nombre (firma) del director de obra.
4. En su caso, nombre (firma) del constructor.
5. Observaciones de la autoridad.
   a) el visado ⟩ en su caso,
   b) el permiso ⟩ en el dorso del folio.

En los planos de situación, de emplazamiento, plantas, etc., debe indicarse el norte geográfico.

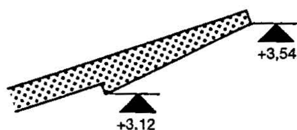


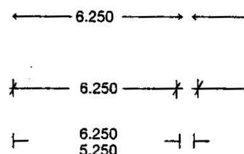
❸ Ejemplo de acotación normalizada de una planta irregular. Las cotas corresponden a la obra en bruto.

Escalas (según DIN 825) → ❷
En la carátula de cada plano debe indicarse la escala del dibujo más importante, rotulado con caracteres grandes y, en caracteres más pequeños, las escalas de los dibujos restantes; estas últimas deben repetirse en el dibujo correspondiente. Todos los objetos deben dibujarse a escala; las medidas de los elementos no dibujados a escala deben ir subrayadas. A ser posible, solo se emplearán las escalas siguientes:
– para planos de edificación 1:1, 1:5, 1:10, 1:20, 1:25, 1:50, 1:100, 1:200
– para planos de situación de 1:500, 1:1.000, 1:2.000, 1:2.500, 1:5.000, 1:10.000, 1:25.000.
Acotación (según DIN 1356)
Deben anotarse las cotas de altura en secciones, plantas o plantas de cubierta. Los signos + o – de las cotas de altura se refieren a la altura ± 0 (normalmente, altura a partir del revestimiento acabado del suelo en la zona de entrada). En los antepechos puede indicarse también la altura de la obra de albañilería sobre la superficie del suelo acabado. En el caso de que en planta se indiquen las cotas de los vanos de las paredes, especialmente la anchura y altura de puertas y ventanas, debe ponerse la cifra de cota que indica la anchura sobre la línea de cota, y la de la altura por debajo de esta. Para simplificar, pueden indicarse las dimensiones de las secciones de escuadras rectangulares en forma de quebrado (p. ej., 12/16, anchura/altura).
En el caso de secciones circulares se antepone a la cifra de la dimensión el signo de diámetro Ø (p. ej., Ø 12). Los radios se marcan con una R mayúscula ante la dimensión.
Acotaciones y especificaciones adicionales (según DIN 406, hoja 1-6) → ❸. Todas las cotas se refieren a las dimensiones de obra (grosores de muro). En los planos, las cotas inferiores a un metro suelen expresarse en centímetros o milímetros, y las superiores en metros.
Línea de sección en planta (según DIN 1356). En la planta debe indicarse la posición del plano de corte de una o más secciones con líneas de trazo y punto (según la tabla ❶ de la pág. 9), y con flechas que apunten hacia la parte representada en la sección. El recorrido del plano de corte no tiene que indicarse necesariamente en su totalidad. En el caso de sección quebrada, deben señalarse los puntos de los desplazamientos de los planos de corte → ❸. Si hay más de una sección, debe marcarse cada una de ellas de modo inequívoco.
Los números de estancias se rotulan dentro de un círculo.
Las superficies de estancias, en metros cuadrados, se sitúan dentro de un cuadrado o un rectángulo → ❸.



❹ Acotación de alturas en alzados y secciones





DIBUJOS

PLANOS, DIN 1356

1	2	3	4	5	6
	Aplicaciones	Grupo de líneas			
		I	II	III[1]	IV[1]
		Escala			
		≤ 1:100		≤ 1:50	
		Grosor de línea			
Línea continua (gruesa)	Delimitación de elementos seccionados	0,5	0,5	1	1
Línea continua (semigruesa)	Aristas vistas, delimitación de pequeños elementos seccionados	0,25	0,35	0,5	0,7
Línea continua (fina)	Líneas de cota, auxiliares, de referencia recorridos, límite de representación parciales, representaciones simplificadas	0,18	0,25	0,35	0,5
Línea discontinua (semigruesa)	Aristas ocultas y contornos de partes ocultas	0,25	0,35	0,5	0,7
raya-punto-raya (gruesa)	Indicación del plano por donde se realiza la sección	0,5	0,5	1	1
raya-punto-raya (semigruesa)	Ejes	0,18	0,25	0,35	0,5
Línea de puntos	Elementos situados por detrás del observador	0,25	0,35	0,5	0,7
Cotas	Tamaño de las cifras	2,5	3,5	5	7

[1] El grupo de líneas I se empleará únicamente cuando un dibujo, realizado originalmente con el grupo III, haya sido reducido en la proporción 2:1 y deba seguirse trabajando sobre la reducción. En los dibujos del grupo III el tamaño de la escritura debe ser de 5 mm. El grupo I no cumple las exigencias del microfilmado.

[2] El grupo IV se empleará en dibujos cuando se prevea la reducción del original, por ejemplo, de la escala 1:50 a 1:100, y la reducción deba cumplir los requisitos del microfilmado. En caso de ser necesario, la reducción podrá ser trabajada con el grupo II de líneas.

Cuando los dibujos se realicen con tinta y con utensilios normalizados, ya sea manualmente o con la ayuda de máquinas, deberán emplearse preferentemente los grosores de línea indicados en la tabla ❶. Su especificación contribuye al empleo conveniente de las técnicas de reproducción habituales.

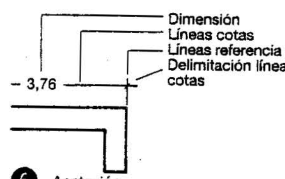
❶ Tipos de línea, anchura del trazo según DIN1356

La **acotación** consta de una cifra, una línea, flechas y, dado el caso, una línea auxiliar de cota → ❻.

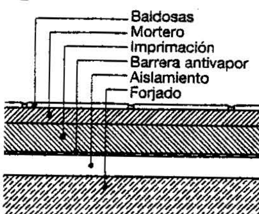
Las **cifras de cota** se colocan normalmente sobre la línea de cota correspondiente, de modo que puedan leerse desde el borde inferior o derecho del plano en posición normal de utilización → ❷ + ❹.

Las **líneas de cota** deben representarse como líneas continuas ❶. Deben situarse paralelas a las distancias que miden.

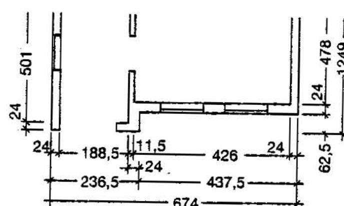
Línea auxiliar de cota. Las cotas que no se sitúan entre las aristas de las superficies, se indican entre líneas auxiliares, que generalmente son perpendiculares a la línea de cota y sobresalen un poco.



❻ Acotación



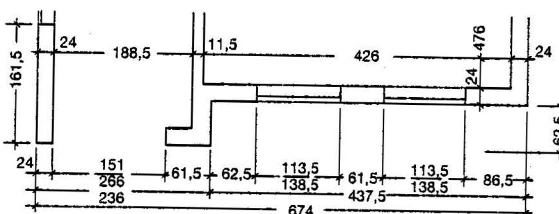
❼ Líneas auxiliares de referencia



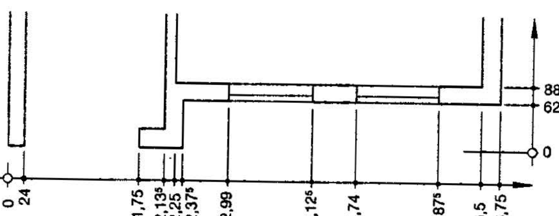
❷ Cotas exteriores del dibujo, p. ej., 1:100 cm

1		2	3	4
Unidad en		Magnitud		
		menos de 1 m		más de 1 m
1	cm	24	88.5	388.5
2	m y cm	24	88^5	3.88^5
3	mm	240	885	3885

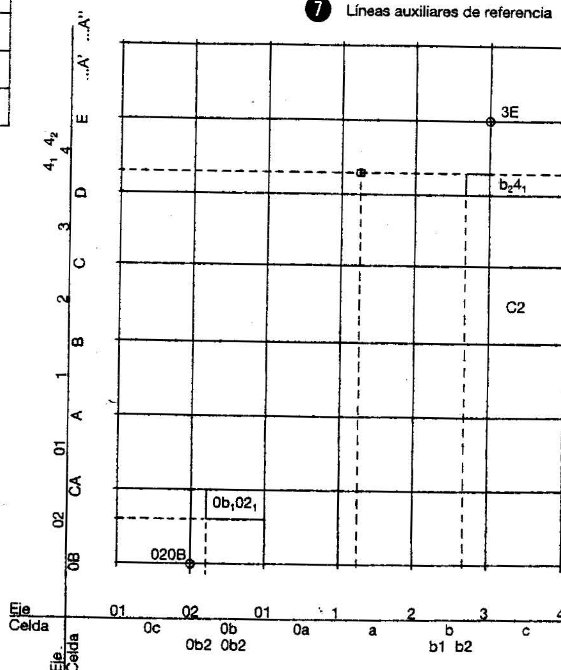
❸ Unidades de medida



❹ Acotación de pilares y huecos, p. ej., E 1:50 cm



❺ Acotación mediante coordenadas, p. ej., E 1:50 cm, m



❽ Retícula de ejes

DIBUJOS

SIMBOLOGÍA EMPLEADA EN LOS PLANOS DE ARQUITECTURA SEGÚN DIN 1356

1) Represent. con un color	2) Represent. multicolor	3) Abrevia- tura	3) Se ha de añadir siempre 1) o 2)
	Verde claro		Hierba
	Sepia		Turba y tierras similares
	Sepia oscura		Terreno natural
	Negro-blanco		Tierras de relleno
	Marrón-rojizo Ral 3016		Obra de fábrica de ladrillo tomado mortero de cal
	Marrón-rojizo Ral 3016	CM	Obra de fábrica de ladrillo tomado con mortero de cemento
	Marrón-rojizo Ral 3016	CCM	Obra de fábrica de ladrillo tomado con mortero de cemento y cal
	Marrón-rojizo Ral 3016	Lp/CM	Obra de fábrica de ladrillo perforado tomado con mortero de cemento
	Marrón-rojizo Ral 3016	Lh/CCM	Obra de fábrica de ladrillo hueco tomado con mortero de cemento y cal
	Marrón-rojizo Ral 3016	CL	Obra de fábrica de clinquer tomado con mortero de cemento
	Marrón-rojizo Ral 3016	Cp	Obra de fábrica de piedra arenisca tomada con mortero de cal
	Marrón-rojizo Ral 3016	POM	Obra de fábrica de piedra pómez tomada con mortero y cal
	Marrón-rojizo Ral 3016		Obra de fábrica de piedra tomada con mortero de
	Marrón-rojizo Ral 3016		Obra de fábrica de piedra natural tomada con cemento
	Sepia		Grava
	Gris oscuro		Cascotes
	Amarillo-cinc		Arena
	Ocre	FEG	Revestimiento (yeso)
	Blanco		Revoque de mortero
	Violeta RAL 4005		Piezas prefabricadas de hormigón
	Verde azulado RAL 6000		Hormigón revestido
	Verde oliva RAL 6013		Hormigón visto
T	Negro		Acero en sección
	Marrón RAL 8001		Madera en sección
	Gris azulado RAL 5008		Aislamiento acústico
	Negro y blanco		Capa de impermeabilización y aislamiento térmico
	Gris RAL 7001		Elementos preexistentes

1 Símbolos en plantas y secciones

Plano de situación y viales existentes

Viales proyectados, pero aún no construidos

Construcciones existentes

Construcc. previstas pero no construidas

Construcción a demoler

Zona verde pública

Cement.

Aparcam.

Pequeños huertos

Camping y zona ocio

Estadio

Playa/baños

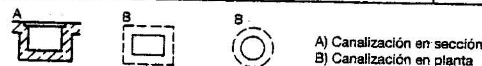
Zona infantil de juegos

2 Símbolos para planos de obra

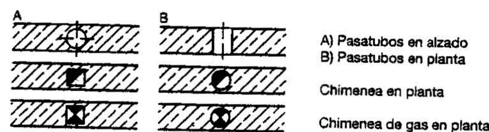
Elem. construc.	Rebajes	Medidas	Posición	Referencia
T Techo P Pared S Suelo C Cimientos	B Brecha R Roza C Canalización	L Longitud × A Anchura × H Altura	e encima d debajo	CS Canto sup. CI Canto inf. CSFB CS. forj. bruto CSPT CS. pavimento acabado

3 Abreviaturas de rebajes

	Designación	Abreviatura	Medidas L | A | H	Representación en Planta / Alzado (sección)
Forjados	Brecha en forjado	TB	A × B	
Forjados	Roza en la parte superior del forjado	TR	A × B × C	
Forjados	Roza en la parte inferior del forjado	TR	A × B × C	
Planta inferior: terreno, cimentación	Brecha en el terreno (cimentación = CB)	SB	A × B	
Planta inferior: terreno, cimentación	Brecha en el terreno roza en el terreno	SC SR	A × B × C	
Paredes	Brecha en pared (cimentación = CB; en planta sótano con línea discontinua)	PB	A × C	
Paredes	Roza horizontal en pared (cimentación = CB) → **3**	PR	A × B × C	
Paredes	Roza vertical en pared (cimentación = CB) → **3**	PR	A × B × C	



A) Canalización en sección
B) Canalización en planta

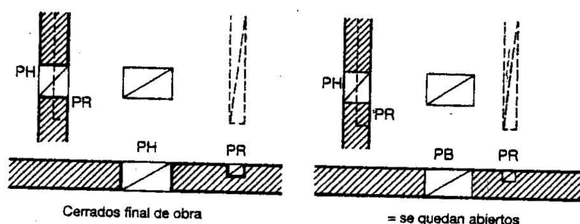


A) Pasatubos en alzado
B) Pasatubos en planta

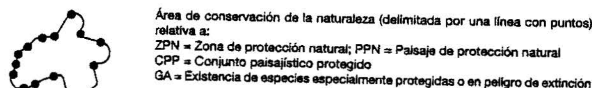
Chimenea en planta

Chimenea de gas en planta

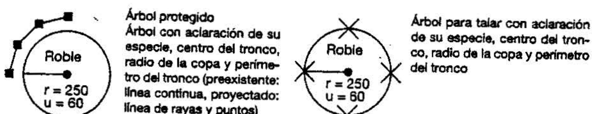
4 Representación de rebajes



5 Rozas y brechas en paredes

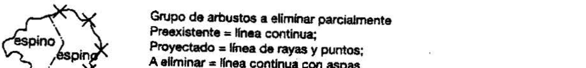


Área de conservación de la naturaleza (delimitada por una línea con puntos) relativa a:
ZPN = Zona de protección natural; PPN = Paisaje de protección natural
CPP = Conjunto paisajístico protegido
GA = Existencia de especies especialmente protegidas o en peligro de extinción

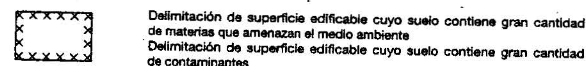


Árbol protegido
Árbol con aclaración de su especie, centro del tronco, radio de la copa y perímetro del tronco (preexistente: línea continua, proyectado: línea de rayas y puntos)

Árbol para talar con aclaración de su especie, centro del tronco, radio de la copa y perímetro del tronco



Grupo de arbustos a eliminar parcialmente
Preexistente = línea continua;
Proyectado = línea de rayas y puntos;
A eliminar = línea continua con aspas



Delimitación de superficie edificable cuyo suelo contiene gran cantidad de materias que amenazan el medio ambiente
Delimitación de superficie edificable cuyo suelo contiene gran cantidad de contaminantes

6 Símbolos para el planeamiento de exteriores

DIBUJOS

SIMBOLOGÍA EMPLEADA EN LOS PLANOS DE ARQUITECTURA SEGÚN DIN 1356

a) Sup. suelos
b) Sup. techos
c) Sup. paredes
d) Sup. ventanas
e) Sup. puertas
f) Tipos de pavimento
g) Tipo de pintura o revestimiento de las paredes
h) Tipo de pintura o revestimiento de los techos

(a, b: sin descontar los huecos; a–e: En m² con 2 decimales)

1 Datos y especificaciones exigibles

	Techos	Paredes		
Pintura a la cal	Tc	Pc	Azulejos	– Az
Pintura a la cola (temple)	Tt	Pt	Madera	Tm Pm
Pintura mineral	Tm	Pm	Ladrillo	– Pl
Pintura al óleo	To	Wo	Moqueta	Tmo Tmo
Pintura a la cera	Tce	Pce.	etc.	

Persianas articuladas PA
Persianas enrollables PE
Persianas de ballesta PB
(En puertas y ventanas después de la indicación D, S, etc.)

2 Abreviaturas para especificar los tipos de pintura y revestimiento en suelos (S) y paredes (P)

1) Solados	Ss	Gres	Srgr
Asfalto	Ssa	Cerámica	Srce
Yeso	Ssy	etc.	
Xilolita	Ssx	3) Aplacados	Sa
Terrazo	Sst	Madera	Sam
Cemento	Ssc	Granito o sienita	Sag
etc.		Escoria	Saa
2) Revestimiento	Sr	Ladrillos	Sal
Caucho	Src	etc.	
Ladrillo	Srl	4) Madera	Sm
Linóleo	Srl	Tablas madera blanca	Smb
Losetas asfálticas	Srla	Lamas de haya	Smh
Losetas granito	Srlg	Lamas de roble	Smr
Losetas piedra caliza	Srlc	Lamas de pino	Smp
Losetas piedra artificial	Srlp	Lamas de pino tadea	Smt
Losetas mármol	Srlm	Parqué de roble	Smpr
Losetas pied. arenisca	Srlr	Parqué de haya	Smph
Losetas esquisto litográf.	Srle	etc.	
Losetas xilolita	Srlx		

3 Abreviaturas para especificar tipos de sueldo (S)

rojo				Vapor
rojo	blanco	rojo		Vapor a. t.
rojo	verde	rojo		Vapor escape
verde				Agua potable
verde	blanco	verde		Agua caliente
verde	amarill.	verde		Agua condensada
verde	rojo	verde		Agua a presión
verde	naranja	verde		Agua salada
verde	negro	verde		Agua uso industrial
verde	negro.	verde	negro.	verde
				Agua residual
verde				Tuberías de minas
azul				Aire
azul	blanco	azul		Aire caliente
azul	rojo	azul		Aire a presión
azul	negro	azul		Polvo de carbón
amari.				Gas de hornos depurado
amari.	negro	amari.		Gas hornos bruto
braun	amarill.	marr.		Gasóleo
braun	negro	marr.		Creosota
braun	rojo	marr.		Gasolina

amarill.	azul	amarill.		Gas
amarill.	rojo	amarill.		Gas ciudad/alumb.
amarill.	verde	amarill.		Vapor de agua
amarill.	gris	amarill.		Gas de gasoil
amarill.	blanco	amarill.	blanco	amarill.
				Acetileno
amarill.	negro	amarill.	negro	amarill.
				Anhídrido carbónico
amarill.	azul	amarill.	azul	amarill.
				Oxígeno
amarill.	rojo	amarill.	rojo	amarill.
				Hidrógeno
amarill.	verde	amarill.	verde	amarill.
				Nitrógeno
amarill.	lila	amarill.	lila	amarill.
				Amoníaco
naranja				Ácidos
naranja	rojo	naranja		Ácidos concentr.
lila				Lejía
lila	rojo	lila		Lejía concentrada
marr.				Aceite
marr.	blanco	marr.		Benceno
negro				Alquitrán
gris				Vacío

4 Colores para representar tuberías según DIN 2403

Lámina impermeable
Barrera de vapor
Lámina termoplástica de material sintético
Papel engrasado
Lámina impermeable con relleno de tela
Lámina impermeable con relleno de láminas metálicas
Capa de nivelación encolada puntualmente
Capa de nivelación encolada
Masilla
Capa de cantos rodados
Capa de arena
Imprimación previa
Arcilla impermeabilizante
Pintura impermeable (p. ej., dos manos)
Imprimación impermeable sobre revoque
Impregnación
Fieltro impermeable
GW
Capa de drenaje (material sintético)
Agua estancada
Escorrentía de agua en la superficie
Salida de humedad, moho, manchas, etc.
Entrada de humedad
Tierras compactas

5 Símbolos de impermeabilización según DIN 18195, para agua de baja presión

Capa de aislamiento térmico y acústico
Aislante de lana mineral
Aislante de fibra de vidrio
Aislante de fibra de madera
Aislante de fibra de turba
Espuma expandida
Corcho
Plancha de virutas de madera y magnesita
Planchas de virutas de madera y cemento
Placas de yeso
Placas de cartón yeso

6 Aislamiento

Ventanas con marco empotrado

1.375 1.625

con nicho — sin antepecho

1 Las ventanas sencillas con mocheta interior permiten colocar radiadores debajo del antepecho

2 Ventana de caja (C) con mocheta interior, ventana doble (D), ventana doble compuesta (DC)

3 Ventana sencilla con mocheta exterior

4 Ventana doble (D) con mocheta exterior

Ventanas con marco sin empotrar

1.250 1.625

5 Ventana sencilla

6 Ventana doble (D), ventana de caja (C), ventana doble compuesta (DC)

Ventanas correderas

1.375 1.625

7 Ventana sencilla corredera (S)

8 Ventana corredera doble (CD)

Puertas

9 Puerta doble una hoja

10 Puerta doble una hoja

11 Puerta batiente de dos hojas

12 Puerta de dos hojas

13 Puerta oscilante

14 Puerta oscilante

15 Puerta sin umbral

16 Puerta con umbral a un lado

17 Puerta con dispositivo elevador

18 Corredera de una hoja

19 Corredera de dos hojas

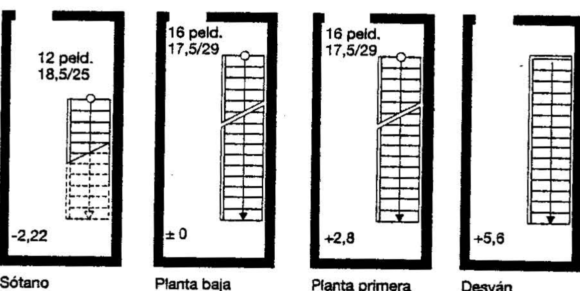
20 Corredera con dispositivo elevador

21 Giratoria de dos hojas

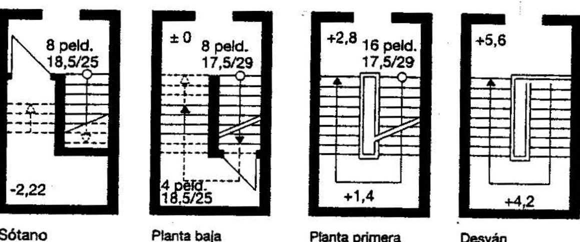
22 Giratoria de tres hojas

23 Giratoria de cuatro hojas

24 Puerta plegable



25 Escaleras de un tramo



26 Escaleras de dos tramos

En las **ventanas** únicamente se ha dibujado la mocheta correspondiente al lado izquierdo → 1 – 8.

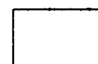
Las puertas giratorias → 21 – 23 permiten acceder a un edificio sin necesidad de construir un cortavientos para evitar las corrientes de aire.
Como las puertas giratorias no permiten el paso de mucha gente, en las horas punta las hojas de la puerta se han de plegar y desplazar a un lado.

Las escaleras de un solo tramo responden a construcciones de madera; las de dos tramos, a construcciones de hormigón o piedra → 25 – 26.

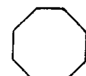
En las plantas, las escaleras suelen seccionarse a un tercio de su altura por encima del forjado.
Los peldaños se numeran hacia arriba y hacia abajo desde el nivel ± 0.
A los números correspondientes a los peldaños situados por debajo del nivel ± 0 se les antepone el signo - menos.
Los números se sitúan en el arranque de la escalera sobre el primer peldaño y en la salida sobre el rellano.
La línea de huella se marca con un círculo en el arranque y se acaba en la salida con una flecha (también en el sótano).

DIBUJOS
SIMBOLOGÍA EMPLEADA EN LOS PLANOS

Comedor


Mesa
85 × 85 × 78 = 4 pers.
130 × 80 × 78 = 6 pers.

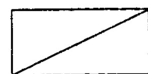

Mesa redonda
Ø 90 = 6 pers.


Mesa poligonal 70-100


Mesa plegable 120 × 180

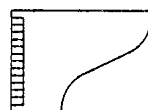

Silla/taburete Ø 45 × 50


Sillón 70 × 85


Cama turca 95 × 195


Sofá 80 × 175

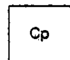

Piano 60 × 140-160


Piano de cola
de apoyo 155 × 114
de salón 200 × 150
de concierto 275 × 160

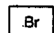

Televisor



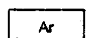
Mesa de corte 50/50-70
Máquina de coser 50 × 90



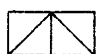
Cambiador de pañales 80 × 90



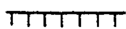
Baúl de ropa 40 × 60

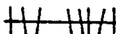


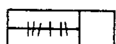
Arcón 40 × 100-150

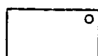

Armario 60 × 120

Guardarropa

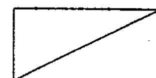

Separación colgadores
15-20 cm

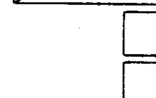

Guardarropa

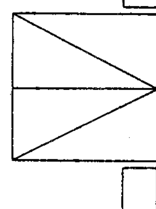

Armario/ropa para lavar
50 × 100-180


Escritorio
70 × 130 × 78
80 × 150 × 78

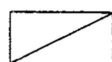
Dormitorio


Cama 100 × 200


Mesita de noche
50 × 70, 60 × 70

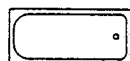

Cama doble
100 × 200

Cama de matrimonio
145 × 200

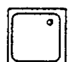

Cama infantil
70 × 140-170


Armario ropero
60 × 120

Baño

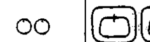

Bañera
75 × 170, 85 × 185


Bañera de asiento
70 × 105, 70 × 125


Ducha
80 × 80, 90 × 90, 75 × 90

Representación para
E 1:100 | E 1:50

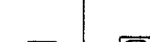

Lavabo
50 × 60, 60 × 70


Dos lavabos

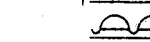

Lavabo doble
60 × 120, 60 × 140


Lavabo empotrado
45 × 30


Inodoro
38 × 70


Urinario
35 × 30

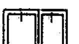

Bidé
38 × 60


Urinario de pared

Cocina


Fregadero
60 × 100


Fregadero doble
60 × 150


Lavadero escalonado


Vertedero


Armario de pared/
Armario bajo


Armario alto


Tabla de planchar

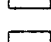

Cocina eléctrica



Lavaplatos

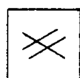


Frigorífico



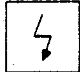
Congelador

Hornos y fogones


Combustibles sólidos

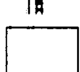

Gasoil


Gas

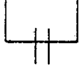

Electricidad


Radiador


Caldera

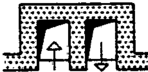


Caldera de gas


Caldera de gasoil


Triturador de basuras


Conducto de
eliminación de basuras


Conducto de entrada
y salida de aire


AE = Ascensor para enfermos
MC = Montacargas
AP = Ascensor de personas
MP = Montaplatos
AH = Ascensor hidráulico

Simbología para instalaciones de fontanería y evacuación de aguas residuales según DIN 1451, 1986, 18460, 14462

Planta	Alzado	Denominación
DS	DS	Conducciones evacuación aguas negras. Se indica el valor DS de la presión
DR	DR	Conducciones evacuación de agua de lluvia. Se indica el valor DR de la presión
		Conducción de evacuación mixta
		Conducción de ventilación Punto de inicio montante vertical
Según tipo de conducto a) b) c) d)		Bajante. Indicaciones a) pasante b) punto inicio, continúa hacia arriba c) finalización, viene de arriba d) punto de inicio continúa hacia abajo
		Tubería con manguito
		Final tubería con brida ciega
		Tubería de limpieza
		Tubería extremo ciego
100 125	100 125	Cambio longitud nominal
		Sifón
		Sumidero o canal de desagüe sin sifón
		Sumidero o canal de desagüe con sifón
		Desagüe con dispositivo contra reflujo para aguas negras sin residuos sólidos
F	F	Separador de grasa
St	St	Separador de dextrina
B	B	Separador de gasolina
S	S	Recogedor de fangos
SA	SA	Separador de ácidos
H	H	Separador de fueloil
H Sp	H Sp	Cierre de fueloil
H Sp	H Sp	Cierre de fueloil con dispositivo contra el reflujo
		Cierre con dispositivo contra el reflujo para aguas negras sin residuos sólidos
		Cierre con dispositivo contra el reflujo para aguas negras con residuos sólidos
		Arqueta con paso abierto (representado en una instalación de aguas negras)
		Arqueta con paso cerrado

DIBUJOS

SÍMBOLOS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA SEGÚN DIN 1988

Planta	Alzado	Denominación
		Bomba de desagüe en el sótano
		Elevación de aguas fecales
		Bañera
		Plato de ducha
		Lavamanos
		Bidé
		Urinario
		Urinario con lavado automático
		Inodoro apoyado en el suelo
		Inodoro colgado de la pared
		Fregadero
		Fregadero de un seno con escurridero
		Fregadero de dos senos
		Lavavajillas
		Lavadora
		Secadora
		Aparato de aire acondicionado

Símbolo	Denominación
	Depuradora pequeña de dos cámaras
	Depuradora pequeña de varias cámaras
	Depuradora pequeña de varias cámaras
	Depuradora pequeña de varias cámaras
	Pozo filtrante Pozo absorbente
	Boca de incendio enterrada
	Boca de incendio en superficie
	Boca de incendio para mangueras

Denominación	Símbolo
Tubería de incendio para agua	F
Tubería de incendio mixta	FNT
Tubería de incendio seca	FT
Tubería para rociadores	F SPR
Sistema de rociadores	
Sistema de anegado	
Sistema de riegos	

DIBUJOS

SÍMBOLOS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

Tubería de agua

Llave de paso regulable o llave de cierre

Derivación

Conexión desmontable

Conexión fija

Manguera

Aparato sin elementos de giro

Aparato con elementos de giro

Indicador o contador

Indicador o contador dentro de la tubería

TA 80 — Tubería de agua potable fría, por ejemplo DN 80

TAC 50 - WD — Tubería de agua potable caliente (C), p. ej., DN 50

TAZ 40 — Tubería de agua potable, circulación (Z), p. ej., DN 40

TA 15 — Manguera de agua potable fría, p. ej., DN 15

50 / 40 — Tubería con cambio de diámetro, p. ej., de DN 50 a DN 40

50 ▷ 40 — Como 15 pero con cono de reducción

ST / CU — Cambio de material en una conducción, p. ej., de acero a cobre

Cruce de dos tuberías sin conexión

Derivación en T

Derivación en cruz

Bajante

a) Pasante
b) Punto inicio continua hacia arriba
c) Viene de abajo
d) Punto inicio continua hacia abajo
e) Viene de arriba finalización

Junta dieléctrica

Toma a tierra

Curva de dilatación

Compensación longitudinal, compensador ondulado

Compensador encajado

Fijación

Fijación deslizante

5 — Pendiente, por ejemplo, del 5 %

Pasamuros con tubo de protección

Pasamuros con tubo de protección sellado

Tapón

Conexión desmontable genérica

El tipo de conexión puede simplificarse con abreviaturas

R Rosca
R-DI Rosca derecha-izquierda
B Brida
AC Acoplamiento
M Manguito
MZ Mordaza

Brida

Rosca

Manguito

Acoplamiento

Conexión fija genérica

El tipo de conexión puede simplificarse con abreviaturas

SA Soldadura autógena
S Soldadura
P Pegado
AR A rosca
M Manguito
P A presión

Llave de paso

Llave de paso con pasador

Llave de paso con válvula

Válvula de paso

El tipo de conexión puede simplificarse con abreviaturas

D Derecha
O Oblicua
RG Regulable
E Empotrada

Válvula de esquina

Válvula en T

Válvula en cruce

Grifo

El tipo de conexión puede simplificarse con abreviaturas

N Normal
B de bola

Grifo en T

Grifo en cruce

Collar para taladrar (por ejemplo, lateralmente)

Collar para montar válvula (por ejemplo, arriba)

Regulador de presión

Llave de paso con grifo de vaciado

Grifo de agua fría y caliente en pared

Grifo de agua fría y caliente

Mezclador

C — Cisterna para inodoro

Ducha fija

Ducha con manguera

Grifo de cierre automático

Elemento a presión para limpieza de inodoros

Aparato de absorción y evacuación de aire en una tubería ventilada

Aparato de absorción y evacuación de aire en una tubería ventilada con desagüe

Aparato de absorción de aire en una tubería ventilada

Aparato de absorción de aire en una tubería ventilada con flujo de corriente

Aparato de evacuación de aire en una tubería ventilada

Pieza de interrupción

Dispositivo contra el reflujo

Válvula de paso con dispositivo contra el reflujo

Grifo con ventilación y rosca para manguera

Grifo con ventilación, rosca para manguera y dispositivo contra el reflujo

Dispositivo de seguridad contra ruptura de tubería o de manguera

Tubería abierta

Separador

Válvula de seguridad con muelle

Válvula de seguridad de esquina con muelle

DOS — Aparato de dosificación

EH — Sistema de descalcificación y desalación

FIL — Filtro

Bomba

1 — 30 m³/h — 5 — Grupo de elevación de presión

Lavadora

Lavavajillas

Secadora

Aparato de aire acondicionado

Contador del caudal de agua

Σm³ — Contador del volumen de agua

ΣJ — Contador de agua caliente

Conexión de contador

Termómetro

Manómetro

Especificaciones adicionales:
Δp Ind. de las dif. de presión
p_L Indicador periódico

Impresora

Especificaciones adicionales:
v Caudal
v Volumen
T Temperatura
Δp Diferencia de presión

Tubería de mando

Accionamiento hidráulico

Accionamiento por flotador

Accionamiento por peso

Accionamiento por resorte

Accionamiento manual

Accionamiento eléctrico

Accionamiento con membrana

Accionamiento con émbolo

Accionamiento electromagnético

Contenedor sin presión, abierto, con desagüe

SÍMBOLOS PARA LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA SEGÚN DIN 18015

Aparatos eléctricos

- E — Aparato eléctrico en general
- Cocina eléctrica tres placas
- Cocina eléctrica con elemento carbón
- Cocina eléctrica con horno
- Horno
- Horno microondas
- Grill infrarrojos
- Placa calentador
- Lavaplatos
- Robot de cocina
- Nevera, n.º estrellas según DIN 8950-2
- Congelador, nº estrellas según DIN 8950-2
- Acondicionador de aire
- Calentador agua en general
- Acumulador agua caliente
- Calentador
- Freidora
- Extractor
- G — Generador, en general
- M — Motor, en general
- M — Motor, indicación tipo protección según DIN 40050
- Secador de manos
- Lavadora
- Secadora
- Radiador infrarrojos
- Calefacción, en general
- Acumulador de calor
- Cristal transparente calentador eléctrico

- Luz en general
- 5 × 60 — Luz indicación del n.º lámparas y potencia, p. ej., 5 luces de 60 W
- Luz móvil
- Luz con interruptor
- Luz con puente de corriente
- Luz graduable
- Luz de alarma
- Luz de emergencia
- Proyector
- Luz de filamento suplementario de emergencia
- Luz con 2 filamentos separados
- Luz para lámparas descarga acces.
- 3 — Luz para varias lámparas descarga
- Luz lámparas fluorescentes
- 36 W — Fluorescentes, p. ej., 3 lámparas de 36 W
- 58 W — Fluorescentes, p. ej., 2 lámparas de 2 × 58 W

Aparatos de señales y radio

- Aviso conserje, p. ej., con alimentador de seguridad
- Alarma vibración (péndulo cajas de caudales)
- Alarma óptica
- Alarma de incendios pulsador
- Alarma de incendios automática
- Alarma policía
- Alarma incendios reloj temporizador
- Alarma incendios termofusible
- Alarma automática temperatura
- Alarma auxiliar automática incendios
- Cerradura seguridad
- Centralita alarmas incendios
- Alarma óptica automática, p. ej., célula fotoeléctrica

- Reloj auxiliar
- Reloj principal
- Reloj principal de señales
- Amplificador (flecha indica sentido de amplificación)
- Teléfono, en general, según DIN 40700-10
- Teléfono varias líneas
- Teléfono llamadas internacionales
- Teléfono llamadas nacionales
- Teléfono llamadas urbanas
- Altavoz
- Radio
- Televisor
- Intercomunicador consecutivo, ambos sentidos
- Intercomunicador simultáneo ambos sentidos
- Centralita interfonos
- Apertura eléctrica puerta
- Luz emergencia Lámpara señales Señal óptica
- Timbre
- Cuadro timbre con rótulos
- Micrófono
- Auricular
- HV t — Distribución principal aparatos señales
- Vz — Derivación empotrada
- Vz — Derivación vista
- Bocina, en general
- Bocina, indicación tipo corriente
- Interfono vivienda
- Interfono conserjería

- Dictáfono
- Grabadora
- Pletina
- Central llamadas
- Contador automático
- 10 A — Cuadro contador., p. ej., con una protección
- Reloj conmutador, p. ej., cambio tarifa diurna a nocturna
- Alarma temperatura
- Relé, p. ej., para alumbrado escalera
- Relé, intermitente Interruptor temporiz.
- Conmutador corriente
- Relé frecuencia tonal
- Conmutador frecuencia tonal
- Timbre, en general
- Timbre, indicación tipo corriente
- Gong, campana
- Timbre conexión seguridad
- Timbre con reloj
- M — Timbre motor
- Timbre sin parada automática
- Timbre señal óptica
- Bocina
- Zumbador
- Sirena, en general
- Indicación tipo corriente
- 140 — Indicación tipo frecuencia, p. ej., 140 Hz
- 150/270 — De frecuencia variable, p. ej., entre 150 y 270 Hz

SÍMBOLOS PARA LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA SEGÚN DIN 18015

Corriente eléctrica

Símbolo	Significado
	Corriente continua
A	Corriente alterna
2 kHz	Con indicación frecuencia
T	Corriente alterna industrial
	Corriente eléctrica, en general
	Corriente mixta
	Corriente alterna, frecuencia baja
	Corriente alterna, frecuencia media
	Corriente alterna, frecuencia alta

Puntos apoyo líneas eléctricas al exterior

- Línea eléctrica, en general
- Línea eléctrica, subterránea
- Punto de apoyo, poste
- Poste tensión
- Poste con pie
- Soporte cubierta o fachada edificio
- Poste tensión
- Poste acero, en general
- Poste tensión
- Poste hormigón armado
- Poste tensión
- Poste con pie
- Poste doble
- Poste en H, transversal
- Poste porticado de acero
- Poste en A, longitudinal
- Punto de apoyo, anclaje tensión
- Punto de apoyo con cruceta
- Poste con luz

Líneas y conexiones

- Realizada
- En construcción
- Proyectada
- Línea movible
- Línea enterrada
- Línea exterior
- Línea sobre porcelana (camp. aislantes)
- Línea en revoque
- Línea en revoque
- Línea bajo revoque

Símbolo	Significado
	Línea aislada en conducto instal.
(t)	Línea aislada para lugares secos
(f)	Línea aislada para lugares húmedos
(k)	Línea aislada para exterior

Líneas, caracterización y aplicación

Símbolo	Significado
	Línea protec. p. ej., para puesta a tierra
	Línea señales
	Línea telefónica
	Línea de radio
	Línea características especiales
3	Representación simplificada
	Representación opcional línea de protección (PE)
	Representación opcional de línea PEN
	Representación opcional
Cu 20 × 4	Raíl electrificado
	Línea ajena
+ + + + + + -x-x-x-x-x- -o-o-o-o-o- -I-I-I-I-I-	Otras posibilidades de representación, p. ej., telefonía, alumbrado de emergencia, intermitente, nocturno
	Línea múltiple, p. ej., bifásica
	Línea coaxial
	Regulador puntas frecuencia
	Línea que va hacia arriba
	Línea que va hacia abajo
	Línea continua hacia arriba y hacia abajo
	Derivación
	Caja derivación, en caso de necesidad
	Caja
	Cierre final Derivación final
	Caja conexión, en general
IP 54	Caja conexión, indicación tipo protección
	Distribución
	Armario, o marco aparatos, p. ej., cuadro interruptores
	Puesta a tierra, en general
	Conexión líneas protec., según VDE 0100
	Masa
	Acumulador o batería
230/8V	Transformador, p. ej., de timbre

Símbolo	Significado
	Convertidor, en general
	Rectif. corriente, p. ej., conexión a línea de c.a.
	Alternador, p. ej., conmutado de polos
	Protección, en general
	Protección, p. ej., 10 A y tipo D11, tripolar
	Protec. sobretens. en la red (NH) p. ej., 25 A. tamaño 00
3, 63 A	Interruptor protec., p. ej., 63 A, tripolar
	Interrup., p. ej., 10 A, tripolar
4	Interrup. protec. de falta de corriente, cuatripolar
B 16A, 3	Interrup. protección potencia tripolar, p. ej., 16 A
3	interrup. protección motor, tripolar
	Relé exceso corriente, p. ej., interrup. prioridad
	Interruptor emergencia
	Interruptor, en general
	Interrup. con luz control
	Interrup. estrella triangular
	Conmutador p. ej., cinco posiciones
	Interrup. pulsador
	Interrup. pulsador con luz
	Interrup. 1/1 (desconect. unipolar)
	Interrup. 1/2 (desconect. bipolar)
	Interrup. 1/3 (desconect. tripolar)
	Interrup. 4/1 (agrupado, unipolar)
	Interrup. 5/1 (en serie, unipolar)
Z	Interrup. 6/1 (conmutador, unipolar)
	Conmutador tracción
t	Interrup. 7/1 (en cruz, unipolar)
	Interrup. temporizado
	Relé de tiempo, p. ej., para escaleras
	Interrup. sobretensión

Símbolo	Significado
	Accionamiento aproximación
	Accionamiento contacto
	Alarma pasiva de infrarrojos
t	Relé, p. ej., para la iluminación de la escalera
	Interruptor por impulso
	Base enchufe vacía
3	Base enchufe múltiple
	Base enchufe protec. Contacto
3/N/PE	Como anterior, para corriente trifásica
	Base enchufe doble protec. Contacto
	Base enchufe interruptor
	Base enchufe tapa de seguridad
	Representación opcional perpendicular
	Base de enchufe transf. separ.
E	Toma de corriente general
E 3/N/PE	Toma de corriente trifásica
	Interruptor sistema extracción de humos
RWA	Interruptor de emergencia para extracción de humos
	Alarma de incendios
CI	Conexión informática
RTC	Red de telecomunicación
RTL	Repartidor telefonía
	Base teléfono
	Base antena
	Bifurcación antena, en el ejemplo doble
	Repartidor antena, en el ejemplo doble
	Amplificador antena
	Base antena (base de paso)
	Base de antena con resistencia

DIN 18015

Alarmas ópticas DIN 40708

- Alarma óptica
- Alar. ópt. intermitente con indicación dirección
- Alar. óptica de intens. graduable
- Alar. óptica con lámp. fosforescente
- Alar. con indicador retroceso automático
- Alar. ind. luminoso retroceso automático
- Alar. ind. intermitente retroceso automático
- Alar. con indicador sin retroceso automático
- Alar. con indicador luminoso, sin retroceso automático
- Alarma dispositivo de carga
- Alarma con registro gráfico
- Contador
- Contador con alarma óptica
- Alarma múltiple
- Alarma de desconexión

Baterías

- Batería pilas
- Batería de acumuladores, 4 celdas
- Pila, acumulador

Pararrayos DIN 48 820

- Límite edificio
- Canalones y bajantes
- Hormigón armado con conexión
- Estruc. acero, perfiles metálicos
- Cubierta metálica
- Chimenea
- Soporte en cub. para líneas eléctr.
- Dilatación, contenedor
- Rej. barrera nieve
- Antena
- Tuberías metálicas
- Conducción pararrayos
- Conducciones enterradas
- Conducciones empotradas
- Elemento captación. Poste
- Conexión a tuberías
- Punto separ.
- Barra puesta a tierra
- Puesta a tierra
- Tramo punto separación
- Tramo punto sep. (cerrado)
- Derivación sobretensión
- Conducción por cubierta
- Hueco
- Contador agua, contador gas (A, G)

SÍMBOLOS INSTALACIÓN ELÉCTRICA SEGÚN DIN 18015/48820

Aparato (Número de)	Número de Enchufes[1] mín.	Número de Tomas eléct. mín.	Valores de conexión para aparatos de 2 o más kW de potencia	Valores de conexión (kW) Corriente alterna	Valores de conexión (kW) Corr. trifásica
Sala de estar y dormitorio					
Enchufes[2], iluminación					
1 Para una superficie de hasta 8 m²	2	1			
2 Entre 8 y 12 m²	3	1			
3 Entre 12 y 20 m²	4	1			
4 Superiores a 20 m²	5	2			
Cocinas americanas y normales					
Enchufes, puntos de luz					
5 Para cocinas americanas	3	2[3]			
6 Para cocinas	5	2[3]			
7 Ventilador / campana extractora		1[4]			
8 Cocina / horno			1		8-14
9 Frigorífico / congelador	1			0,2	
10 Lavavajillas			1	3,5	4,5
11 Calentador de agua			1[5]	2	4-6
Baño					
12 Enchufes, puntos de luz	2[6]	2[7]			
13 Ventilador		1[4,8]			
14 Lavadora[9]			1[10]	3,3	7,5
15 Radiador eléctrico	1				
16 Calentador de agua			1[5]	2	4-6
Aseo					
17 Enchufes, puntos de luz	1[11]	1			
18 Ventilador		1[4,8]			
Cuarto de servicio doméstico					
19 Enchufes, puntos de luz	3	1[3]			
20 Ventilador		1[4]			
21 Lavadora[9]			1[12]	3,3	7,5
22 Secadora			1[12]	3,3	
23 Máquina de planchar			1	2,1-3,3	
Pasillo					
Enchufes, puntos de luz					
24 Para pasillos de hasta 2,5 m de longitud					
25 Pasillos de más de 2,5 m					
Terraza					
26 Enchufes, puntos de luz					
Cuarto trastero de más de 3 m²					
27 Enchufes, puntos de luz					
Taller para *hobbies*					
28 Enchufes, puntos de luz	3	1			
Espacio de sótano o de azotea asignado al piso[16]					
29 Enchufes, puntos de luz	1	1			
Estancias de uso común en sótanos y azoteas					
Enchufes, puntos de luz					
30 Con superficie útil de hasta 20 m²	1[17]	1			
31 Mayor de 20 m²	1[17]	2			
Pasillo de sótano o de azotea					
32 Puntos de luz		1[18]			

1) O también cajas de empalme para elementos de consumo inferior a 2 kW.
2) Los enchufes adjudicados a las camas deberán ser por lo menos dobles, aquellos que vayan colocados junto a las tomas de antena tendrán que ser triples. Estos enchufes múltiples se consideran en la tabla como una unidad.
3) Las zonas de trabajo deberán iluminarse de modo que no se produzcan ni sombras ni deslumbramientos.
4) Siempre y cuando se haya previsto una única ventilación.
5) Siempre y cuando no exista otro tipo de abastecimiento de agua caliente.
6) Uno de los cuales puede estar combinado con la toma sobre el lavabo.
7) En baños cuya superficie útil no rebase 4 m² basta con dejar una toma sobre el lavabo.
8) En baños o aseos sin ventanas se activará con la iluminación general y funcionará automáticamente durante un tiempo.
9) Tan solo obligatorio una vez por piso.
10) Siempre y cuando no exista un cuarto de servicio doméstico ni los aparatos puedan ser alojados en una estancia apropiada.
11) Para aseos con lavabo.
12) Siempre y cuando no se haya previsto instalarlas en el baño o en otro cuarto adecuado.
13) A conectar desde un punto.
14) A conectar desde dos puntos.
15) Para superficies mayores de 8 m².
16) Tan solo válido para espacios de sótano y azotea configurados por paramentos de trama o malla.
17) Para amplificadores de antena. Cada antena precisa un enchufe.
18) En pasillos de más de 6 m de longitud una toma a cada 6 m.

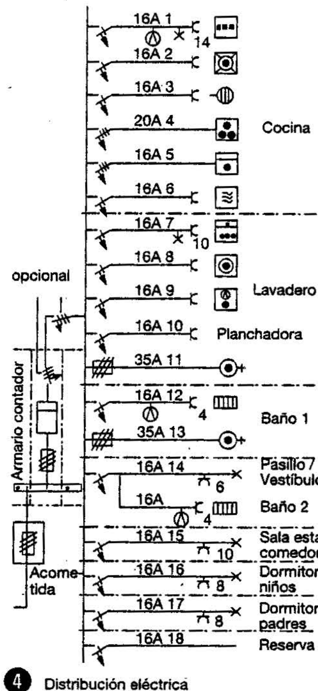
1 Potencia de los aparatos eléctricos

Superficie vivienda m²	Número de fases para alumbrado y bases de enchufe
hasta 50	2
entre 50 y 75	3
entre 75 y 100	4
entre 100 y 125	5
más de 125	6

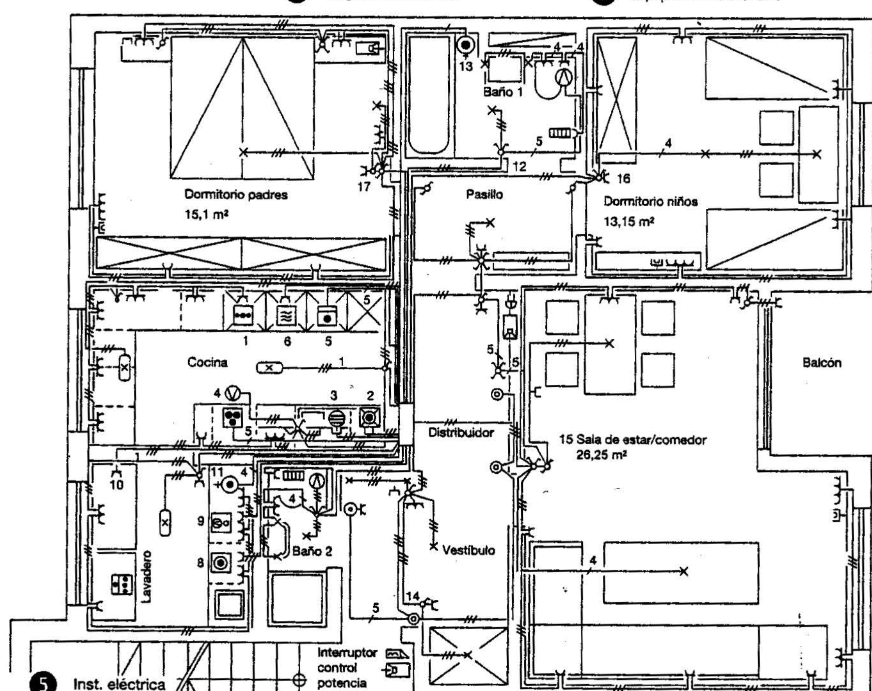
2 Según DIN 18015/2

Superficie vivienda m²	Número de fases para alumbrado y bases de enchufe
hasta 45	3
entre 45 y 55	4
entre 55 y 75	6
entre 75 y 100	7
más de 100	8

3 Equipamiento elevado



4 Distribución eléctrica



5 Inst. eléctrica

Instalación antirrobo

Contacto cerradura
Contacto abertura
Contacto magnético
Alarma vibración
Contacto pendular
Inter. filamento
Lámina
Alarma entrada
Alarma presión/ estera contacto
Alarma rotura vidrio
Alarma impacto
Alarma pasiva de infrarrojos
Barrera de luz
Alarma luminosa
Alarma cuadro
Alarma doppler de microondas
Barrera microondas
Alarma modificac. campo de F. A.
Alarma modificac. campo de F. B.
Alarma modificac. campo capacitancia
Barrera de F. A.
Alarma doppler de ultrasonidos
Barrera de ultrasonidos
Contacto billetes banco
Alarma embestida
Disposit. conexión electromecánico
Disposit. conexión con código
Disposit. conexión temporizador
Disposit. conexión luminoso
Avisador acústico
Avisador óptico
Relé conexión
Disposit. conex. a distancia
Proyector alarma

Detectores de fuego

Detector temp. máxima
Detector dif. temperatura
Detector de humos
Detec. ionización de humos
Detec. IR llamas
Detec. UV llamas
Pulsador alarma (accionamiento *sprinkler*)
Pulsador alarma
Relé conexión
Armario llave para bomberos

Centralitas / accesorios

AIA — De aviso intromisión/agresión
AI — De aviso incendio
CA — De control accesos
CTV — De control por cámaras TV
RT — De detección robos tiendas
IF — De interfonos
AP — De abertura puertas
Permutador
Dispositivo transmisión
Transformador analógico-digital
Rectificador corriente
Acumulador
Interfono automático
Disposit. registro Pulsador
Relé conexión
Acoplador de la red digital
Transf. analógico-digital acoplador a la red sentido flujo
Monitor datos
Teclado
Edificación
Edificación vigilada
Distribuidor vigilado

Vigilancia con cámaras TV

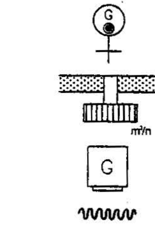
Cámara TV
Cámara TV con objetivos
Caja protección para cámara TV
Caja protección con cabezal móvil
Cámara TV con cabezal móvil
Cámara TV con avisador móvil
Monitor
Teclado selecc. de imágenes
Monitor conexión imágenes dependiente señal vídeo

Control de accesos

Lector tarjetas de identificación
Lector *stand alone*
Lector *on line*
Lector solicitud adicional código
Lector *stand alone* solicitud adic. código
Terminal de datos con teclado
Esclusas para personas
Puerta girat. en cruz
Puerta giratoria
Puerta cerradura eléctrica
Puerta apertura eléctrica
Claraboya
Reja de seguridad
Roseta seguridad
Placa rectangular de seguridad
Dispos. seguridad vent. oscilobatientes
Cerrad. en cruz
Cerrad. pestillo girat.
Cerrad. con pestillo
Gancho en cara post.
Disp. seg. en pers. arrollables
Disp. seg. en pers. abatibles
Oclusión coercitiva de más de una persona
Disp. seg. en mane-tas ventanas
Placa de seg. en cerraduras
Cerradura doble pestillo
Disp. seg. en reja, sótano
Cerradura cilindro
Disp. seg. en puerta elevación
Valla
Cerca alambre espinoso
Valla maciza, enrejado
PE — Puerta enrollable con candado
PA — Puerta enrollable de acero
EE — Enrejado enrollable o de ballesta
C — Caja fuerte
VSG — Vidrio de seguridad

SÍMBOLOS PARA LAS INSTALACIONES DE GAS

Símbolo	Significado
25	Tub. vista (con especificación del diámetro nominal)
	Tub. empotrada (con especific. del diámetro nominal)
	Cambio de sección (con especific. del diámetro nominal)
	Acometida de la instalación de gas
	Dispositivo de interrupción
	Tubería ascendente
	Tubería siempre ascendente
	Tubería descendente
	Cruce de dos tuberías sin conexión
	Derivación en cruz
	Derivación en T
LT	Pieza de limpieza en T
LC	Pieza de limpieza en cruz
	Unión con racor
	Unión roscada
	Unión con brida
	Unión soldada
	Llave de paso
	Llave de paso compuerta
	Válvula de cierre
	Dispositivo de cierre con accionamiento térmico
	Llave en esquina
	Regulador de presión
C	Contador de gas
	Cocina de cuatro fuegos
	Cocina de cuatro fuegos con calefacción
FG	Frigorífico a gas
	Bomba de calor a gas
80 Ø	Conducto de evacuación (con especificación del Ø)
EG	Sistema evacuación gases (con ind. de las dimen.); tamb. para chimeneas de evacuación de gases
	Filtro
	Radiador a gas
G	Calentador continuo de agua
	Caldera mixta



Calentador acumulador de agua caliente

Radiador con conexión al muro exterior (con indicación de los valores de conexión)

Caldera a gas

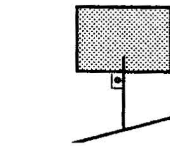
Unión flexible

Gas - amarilla
Agua fría - azul claro
Circulación - azul oscuro
Agua caliente - rojo carmín
Rebosadero - negro
Agua caliente de ida para calefacción - bermellón
Agua caliente de retorno para calefacción - azul

Colores para tuberías

Aparato	Rendim. calorífico. kW	Consumo de gas m³/h
Calentador de agua	8,8-28,1	1,14-3,62
Calent. agua con recircul.	9,5-28,4	1,23-3,67
Acumulador agua caliente	5,1-13,9	0,7-1,91
Estufa/ Caldera	2,6-60,3	0,34-7,79

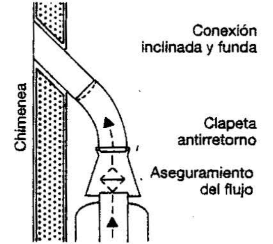
1 Valores de conexión de los aparatos de agua



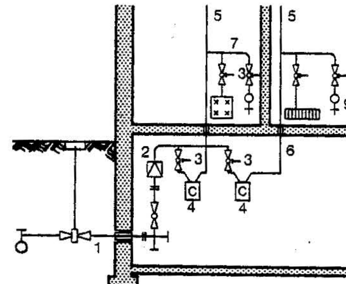
2 Acometida al edificio perpendicular a la fachada



3 Tendido de la tubería en el suelo; no precisa estar libre de heladas

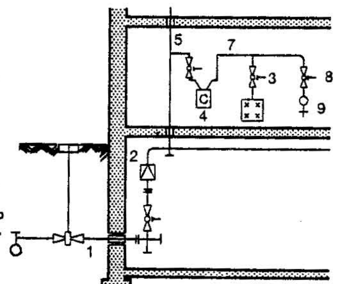


4 Aseguramiento de flujo y clapeta antirretorno

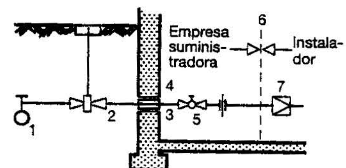


1 Varias piezas de acometida
2 Regulador de presión
3 Llave de paso
4 Contador de gas
5 Tubería ascendente
6 Tubería de retorno
7 Derivación
8 Conexión con aparatos; dispositivo de cierre con accionamiento térmico
9 Aparato a gas: cocina, horno, calentador

5 Contadores en el sótano

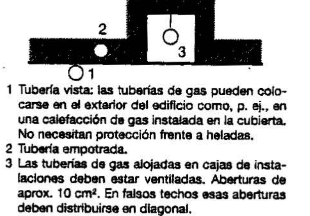


6 Calentadores en las plantas



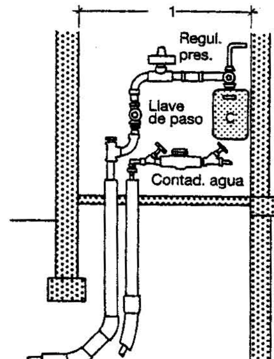
7 Suministro de gas

1 Tubería de abastecimiento, red local de suministro
2 Acometida de acero
3 Funda
4 Protección frente a desplazamientos
5 Llave general de paso con aislamiento incorporado
6 Límite entre la empresa suministradora y el técnico de instalaciones
7 Regulador de presión



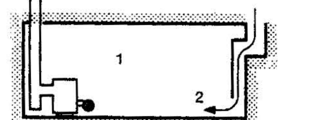
1 Tubería vista: las tuberías de gas pueden colocarse en el exterior del edificio como, p. ej., en una calefacción de gas instalada en la cubierta. No necesitan protección frente a heladas.
2 Tubería empotrada.
3 Las tuberías de gas alojadas en cajas de instalaciones deben estar ventiladas. Aberturas de aprox. 10 cm². En falsos techos esas aberturas deben distribuirse en diagonal.

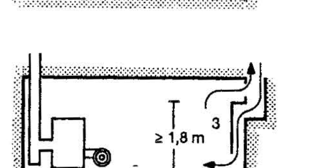
8 Tendido de tuberías de gas



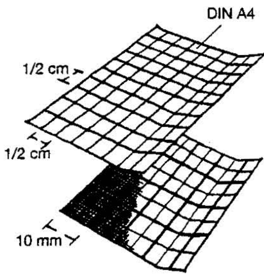
9 Acometida de agua y gas en un armario de 2 m de anchura y 0,03 m de profundidad

1 Dim. mínima de 1 m²/ kW
2 Abertura para el aire de combustión cuando la potencia de la caldera sobrepasa 50 kW.
3 Sección transversal de la abertura = 150 cm² + 2 cm² por kW que exceda los 50 kW.
Ejemplo: Caldera de 65 kW: 50 kW + 15 kW;
150 cm² + (15 × 2 = 30) cm² = 180 cm²

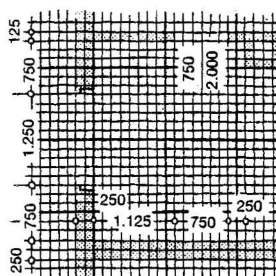




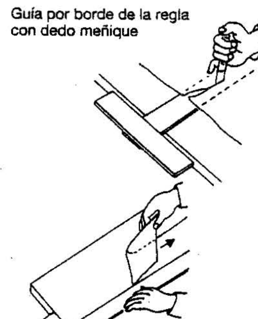
10 Cuarto de instalaciones ≥ 35 kW



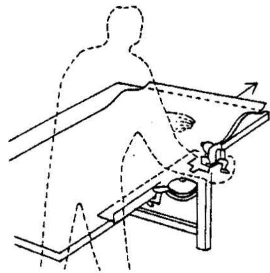
❶ Papel de croquis

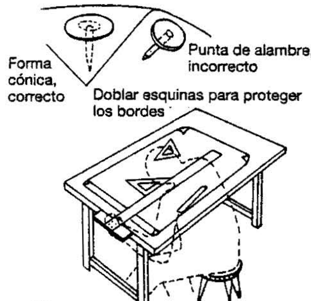


❷ Papel milimetrado (cuadrícula Bauwelt)

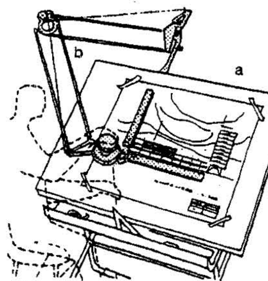


❸ Cortar papel

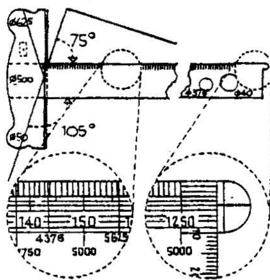

❹ Reforzar el borde de los planos



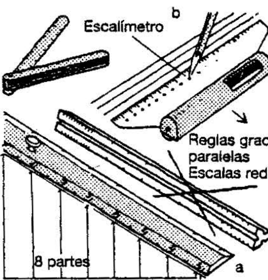
❺ Mesa de dibujo



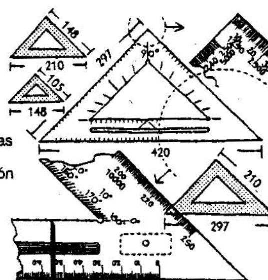
❻ Tecnígrafo



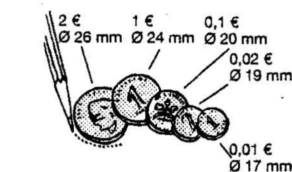
❼ Regla especial



❽ Reglas

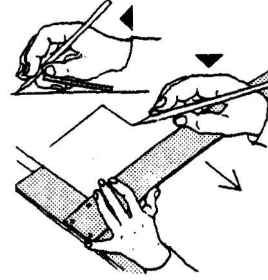


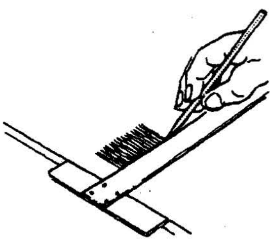
❾ Escuadras

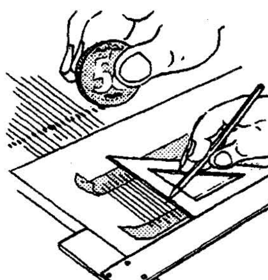


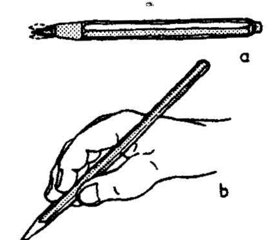
❿ Medios auxiliares


⓫ Plantillas de curvas


⓬ Regla de T


⓭ Medios auxiliares


⓮ Ayuda para rayados

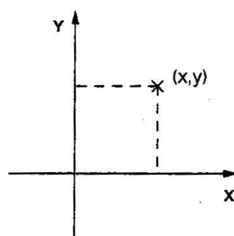


⓯ Posición correcta de los dedos

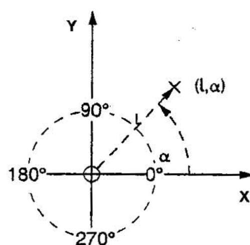
DIBUJOS

DIBUJO A MANO

El lenguaje del proyectista es el dibujo; con él plasma sus ideas de un modo inequívoco y legible en todo el mundo, de un modo objetivo mediante los dibujos geométricos y de un modo convincente mediante las perspectivas. Al contrario que para el pintor, para el arquitecto el dibujo es el medio para conseguir un objetivo, no un fin en sí mismo. De este modo, se diferencian el plano de obra y la perspectiva de la imagen como tal. Para proyectar dibujando a mano alzada a escala son útiles los blocs de dibujo (DIN A4) de papel cuadriculado (tamaño de la cuadrícula 1/2 cm), para croquis más detallados sirve el papel milimetrado con triple trama (cuadrícula de 1 cm marcada con trazo grueso, cuadrícula de 5 mm en trazo menos grueso, y la trama a milímetro en línea fina) → ❶. Para el dibujo normalizado y los croquis se utiliza papel con cuadrícula Bauwelt (según la modulación de medidas DIN 4172) → ❷. Para bocetos a lápiz blando se utilizan papeles vegetales delgados que se cortan directamente del rollo en su formato apropiado; para cortar las hojas sueltas puede utilizarse el canto de la regla → ❸. Para planos a lápiz duro sobre papel transparente resistente de formato DIN es necesario proteger los bordes → ❹ y guardarlos en cajones. Para dibujos a tinta china se presta el papel vegetal; para pintar o para gráficos, papeles resistentes al agua. Las hojas se fijan sobre un tablero de dibujo de madera, de tilo o álamo para formatos DIN, con chinchetas de punta cónica → ❺. Se dobla primero una franja de 2 cm, que al final servirá de margen del dibujo, pero que levanta la regla un poco del papel y evita que se emborrone el dibujo al pasar la regla (delinear de arriba abajo). También es posible fijar el dibujo con cinta adhesiva → ❻ (sobre tableros con superficie sintética). En las especialidades de ingeniería son habituales los tecnígrafos → ❻. Además de la regla normal, existe una regla especial que facilita la delineación de diferentes ángulos, ya que cuenta con graduaciones octamétricas y por centímetros → ❼. Juego de escalas, escalímetro para trazar paralelas para rayados, dividir líneas → ❽.



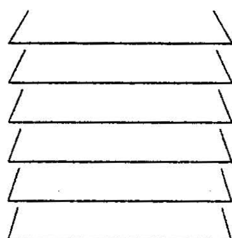
❶ Sistema de coordenadas cartesianas. Todos los puntos se determinan por los valores x e y. El origen del sistema puede definirse en el ámbito del dibujo o con relación a coordenadas universales.



❷ Sistema de coordenadas polares. Todos los puntos se determinan por su distancia al origen O y el ángulo α medido desde el eje polar.

Sistema de medidas	Abreviatura	1 mm =	1 unidad en mm
Punto	pt	2,8346 pt	0,3528 mm
Pulgada	I	0,0394"	25,4 mm

❸ Factores de conversión de las unidades de medidas habituales en el ordenador



❹ Estructura de un dibujo CAD mediante la posición de objetos idénticos sobre capas individuales respectivamente

Obligatorio					_	Opcional					_	Obligatorio							
Q	u	i	é	n	_	D	ó	n	d	e	_	Q	u	é					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	28	19	20

Quién/dónde/qué. Denominación de capas con campos variables (según la revista CadForum). Los nombres de las capas se forman con abreviaturas significativas con dos o tres datos separados respectivamente por un guión bajo. El contenido debe ser legible en los primeros 20 caracteres, ya que algunos sistemas de CAD limitan el nombre de la capa a dicha longitud. Deben suprimirse los caracteres especiales y con tildes o diéresis para evitar posibles problemas de intercambio de datos.

Quién (1-5) = autor
posibles abreviaturas para autores

arq = arquitecto
int = interiorista
pais = paisajista
ingc = ingeniero civil
ingi = ingeniero instalación eléctrica
inge = ingeniero de estructuras
inst = instalaciones de calefacción/ventilación y aire acondicionado /sanitaria
agrm = agrimensor

Dónde (7-11) = división
posibles estructuras

PS = planta sótano
PB = planta baja
P1 = planta primera
ALZ_N = alzado norte
SEC_A = sección A-A

Qué (13-20) = denominación
posibles denominaciones

Ejes
Obra
Rozas
Interiores
Mobiliario
Rayado
Acotaciones
Rotulación
Márgenes

Ejemplos para denominaciones de capas

Arq_PB_ejes
Arq_PB_obra
Arq_PB_acabados
Arq_PB_rayado

En proyectos de poca envergadura, puede suprimirse la segunda jerarquía de la organización de capas:

agrm_curvas_de_nivel
arq_obra
ingc_rozas

❺ Ejemplo de la nomenclatura de capas con denominaciones variables y comprensibles

DIBUJO

DIBUJO POR ORDENADOR

Dibujos

Por su carácter bidimensional, un dibujo siempre representa una abstracción de la realidad. El grado de abstracción depende del contenido y, sobre todo, de a quién va destinado el dibujo. En el grado mínimo de abstracción, las perspectivas, los *collages* y los *renders* tratan de acercarse lo más posible a la realidad, aunque, para conseguir la impresión deseada, tiene especial importancia dejar espacio a la imaginación del observado. Los gráficos describen los contextos funcionales, y los planos de obra contienen toda la información necesaria acerca de las medidas, los materiales y la forma del objeto que hay que construir. Todas las indicaciones tienen que ser inequívocas y comprensibles para quien las ejecutará, de modo que deben tener un alto grado de concreción.
En la era de la representación por ordenador, es importante dominar las pautas y regularidades de la representación gráfica. → págs. 51-52.

Representación por ordenador

Dibujar por ordenador se diferencia bastante del dibujo clásico sobre papel. Hay dos principios fundamentales: la representación por píxeles —donde se elabora y se guarda cada punto de una imagen (programas de edición digital de imágenes)— y los gráficos vectoriales, en los que solo se registran los puntos de comienzo y fin y las propiedades del elemento de dibujo (CAD). Debido a la visión por pantalla y la impresión, aún persisten problemas de representación bidimensional de cuerpos y espacios. En los programas de CAD ya solo se trabaja con modelos de datos puramente bidimensionales, aunque también existen modelos informáticos tridimensionales (programas orientados a objetos), a partir de los cuales se producen los tipos de representación deseados (pantalla, impresión). La información necesaria para ello se almacena en el ordenador. Además de sus propiedades visibles (tipo de línea, grosor y color), puede asignarse otra información no visible a los elementos de un dibujo (p. ej., a qué capa pertenece, dependencias con otros objetos, cualidades materiales, indicaciones de quien lo ejecutará, números de pedido, etc.). Estas propiedades sirven para después organizar los contenidos o para otras aplicaciones (p. ej., licitaciones, mediciones o presupuestos).
Los modelos volumétricos permiten más simulaciones. A través de los programas informáticos correspondientes, los análisis estructurales, acústicos, de climatización e iluminación pueden dar una información exacta sobre el edificio.
Escáner 3D, maquinaria CNC y plóters 3D permiten incorporar e imprimir objetos tridimensionales.

Intercambio electrónico de datos

Puesto que son varios los usuarios —diferentes encargados e ingenieros especializados— que pueden editar los datos, debe cuidarse una estructura de organización clara y comprensible. Al decidirse por un sistema de CAD y determinar la sistemática, es importante saber de antemano si todas las personas que van a editar los datos lo harán con el mismo programa o, en su defecto, saber a través de qué interfaz se intercambiarán los datos. Los formatos digitales de intercambio disponen generalmente de una cantidad menor de posibilidades de organización, y las categorías no incluidas se pierden en el intercambio o se deben reasignar, lo que conlleva una inversión de mucho tiempo en ello. Para la nomenclatura de las capas existe la ISO 13567 que, no obstante, utiliza abreviaturas crípticas. Parece más razonable, utilizar la nomenclatura propuesta en la revista CadForum, más flexible y comprensible → ❺.

MEDIDAS Y PESOS

EQUIVALENCIA DE MEDIDAS ENTRE EL SISTEMA INTERNACIONAL Y EL ANGLOSAJÓN

	Conversión a:		Multiplicar por:	
Medidas de longitud	1 mm		= 0,0394	pulgadas
	1 cm	= 10 mm	= 0,3937	pulgadas
	1 dm	= 10 cm	= 3,9370	pulgadas
	1 m	= 10 dm	= 1,0936	yardas
	1 dkm	= 10 m	= 10,9361	yardas
	1 hm	= 10 dkm	= 109,3614	yardas
	1 km	= 10 hm	= 0,6214	millas
	cm	pulgada (")	0,3937	
	m	pie (')	3,2808	
	m	yarda (yd)	1,0936	
	km	milla (st. mi)	0,6214	
	pulg.	cm	2,5400	
	pie	m	0,3048	
	yarda	m	0,9144	
	milla	km	1,6093	
Medidas de superficie	1 mm²		= 0,00155	pulg. cuadr.
	1 cm²	= 100 mm²	= 0,15499	pulg. cuadr.
	1 dm²	= 100 cm²	= 15,499	pulg. cuadr.
	1 m²	= 100 dm²	= 1,19599	pulg. cuadr.
	1 dkm²	= 100 m²	= 119,5993	pulg. cuadr.
	1 hm²	= 100 dkm²	= 2,4711	acres
	1 km²	= 100 hm²	= 247,11	acres = 0,3861 millas cuadradas
	1 m²		= 1,549.9	pulg. cuadr.
	1 a	= 100 m²	= 119,5993	yardas cuadr.
	1 ha	= 100 a	= 2,4711	acres
	1 km²	= 100 ha	= 247,11	acres = 0,3861 millas cuadradas
	cm²	pulgada cuadrada (sq. in)	0,1550	
	m²	pie cuadrado (sq. ft)	10,7639	
	m²	yarda cuadrada (sq. yd)	1,1960	
	1.000 m²	acre (ac)	0,2471	
	km²	milla cuadrada (sq. mi)	0,3861	
	pulgada cadrada	cm²	6,4516	
	pie cuadrado	m²	0,0929	
	yarda cuadrada	m²	0,8361	
	acre	m²	4.046,8	
	milla cuadrada	km²	2,5900	
Medidas de volumen	1 mm³		= 0,000061	pulg. cúb.
	1 cm³	= 1.000 mm³	= 0,061023	pulg. cúb.
	1 dm³	= 1.000 cm³	= 61,024	pulg. cúb.
	1 m³	= 1.000 dm³	= 35,315	pies cúbicos = 1,3079 yardas cúbicas
Medidas de madera	1 mm²	= 1 Ster	= 423,3	board feet
Medidas de capacidad	1 ml	= 1 cm³	= 16,89	minims
	1 cl	= 10 ml	= 0,352	onzas líquidas
	1 dl	= 10 cl	= 3,52	onzas líquidas
	1 l	= 10 dl	= 1,76	pintas
	1 dkl	= 10 l	= 2,1998	galones
	1 hl	= 10 dkl	= 2,75	bushels
	1 kl	= 10 hl	= 3,437	quarters

	Conversión a:		Multiplicar por:	
Medidas de capacidad Sustancias secas	litro	peck	0,1100	
	litro	bushel	0,0275	
	litro	kilderkin	0,0122	
	m³	barrel	6,1103	
	m³	quarter	3,4370	
	peck	litro	9,0922	
	bushel	litro	36,3687	
	kilderkin	litro	81,829	
	barrel	m³	0,1637	
	quarter	m³	0,2909	
Medidas de capacidad Líquidos	litro	gill (liqu)	7,0390	
	litro	pinta (liqu)	1,7598	
	litro	quart (liqu)	0,8799	
	litro	pottle	0,4399	
	litro	galón	0,2200	
	gill (liqu)	litro	0,1421	
	pinta (liqu)	litro	0,5683	
	quart (liqu)	litro	1,1365	
	pottle	litro	2,2730	
	galón	litro	4,5461	
Medidas de volumen	cm³	pulgada cúbica (cu. in)	0,06102	
	litro	pie cúbico (cu. ft)	0,03531	
	m³	yarda cúbica (cu. yd)	1,308	
	m³	register ton (reg. tn)	0,3531	
	pulgada cúbica	cm³	16,387	
	pie cúbico	litro	28,317	
	yarda cúbica	m³	0,7646	
	register ton	m³	2,8317	
Pesos	1 mg		= 0,0154 grain	
	1 cg	= 10 mg	= 0,1543 grain	
	1 dg	= 10 cg	= 1,543 grains	
	1 g	= 10 dg	= 15,432 grains	
	1 dag	= 10 g	= 0,353 onzas	= 0,321 onzas
	1 hg	= 10 dag	= 3,527 onzas	= 3,215 onzas
	1 kg	= 10 hg	= 2,205 libras	= 2,679 libras
	1 t	= 1.000 kg	= 1.102 short tons	
	1 pfd	= 500 g	= $\frac{1}{2}$ kg	= 1,1023 libras
	1 quint.	= 100 Pfd	= 50 kg	= 0,9842 hundred weight
	1 dz	= 100 kg	= 1,9684 hundred weights	
Pesos	g	grain	15,4323	
	g	dram (av.)	0,5644	
	g	onza (av.)	0,0353	
	kg	libra (av.)	2,2046	
	t	long ton (Brit.)	0,9842	
	grain	g	0,0648	
	dram	g	1,7718	
	onza	g	28,3495	
	libra	kg	0,4536	
Peso métrico de quilates	200 mg	= 1 quilate		
	100 mg	= $\frac{1}{2}$ quilate	= 0,5 quilate	
	50 mg	= $\frac{1}{4}$ quilate	= 0,25 quilate	
	20 mg	= $\frac{1}{10}$ quilate	= 0,1 quilate	
	10 mg	= $\frac{1}{20}$ quilate	= 0,05 quilate	
	2 mg	= $\frac{1}{100}$ quilate	= 0,01 quilate	

MEDIDAS Y PESOS

MEDIDAS, PESOS, TEMPERATURA

La convención métrica del 20 de mayo de 1875 tuvo por objeto la elaboración y comparación de los nuevos patrones, el metro y el kilogramo, con otras unidades utilizadas en distintos países.

Al sistema métrico se han afiliado: Alemania, Austria, Hungría, Bélgica, Países Bajos, Dinamarca, España, Francia, Italia, Portugal, Rusia, Suecia, Noruega, Suiza, Turquía, República Argentina, EE UU, Perú, Venezuela, Rumanía, Reino Unido, Japón, México, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Honduras, Luxemburgo, Nicaragua, Paraguay, El Salvador, Uruguay, Croacia, Eslovenia, Servia y Montenegro, Bosnia-Herzegovina, Macedonia.

Medidas y pesos métricos		Medidas y pesos no métricos
Medidas de longitud	La unidad es el metro (m) = diezmillonésima parte del cuadrante de un meridiano terrestre (es decir, el camino más corto entre el polo y el ecuador) 1 km (kilómetro) .... 1.000 m 1 m (metro) .... 10 dm 1 dm (decímetro) .... 10 cm 1 cm (centímetro) .... 10 mm (milímetros)	1 grado ecuatorial .... 111,3 km 1 grado meridiano .... 111,12 km 1 milla alemana .... 7,5 km 1 milla geográfica nueva (15 = 1 grado ecuatorial) ... 7,42 km 1 milla náutica alemana (60 = 1 grado meridiano) ... 1,852 km 1 cable (120 brazas) .... 0,22 km 1 braza .... 1,829 m 1 ana prusiana .... 0,666 m 1 vara prusiana (12 pies) .... 3,766 m 1 pie prusiano (12 pulgadas) .... 0,3139 m 1 pulgada prusiana .... 2,615 cm
Medidas de superficie	1 km² (kilómetro cuadrado) ..... 100 ha 1 ha (hectárea) .... 100 a 1 a (área) .... 100 m² 1 m² (metro cuadrado) .... 100 dm² 1 dm² (decímetro cuadrado) .... 100 cm² 1 cm² (centímetro cuadrado) .... 100 mm²	1 milla geográfica cuadrada .... 55,0629 km² 1 yugada prusiana (180 varas prusianas cuadradas) .. 0,2533 ha 1 vara prusiana cuadrada .... 14,0185 m² 1 peonada bávara (400 varas bávaras cuadradas) ... 0,3407 ha 1 vara bávara cuadrada .... 8,5175 m² 1 pie prusiano cuadrado .... 0,0985 m²
Medidas de volumen	1 m³ (metro cúbico) .... 1.000 dm³ 1 dm³ (decímetro cúbico) o litro .... 1.000 cm³ 1 cm³ (centímetro cúbico) ..... 1.000 mm³	1 vara prusiana cúbica .... 53,423 m³ 1 brazada (108 pies cúbicos) .... 3,339 m³ 1 cúbico .... 0,031 m³
Medidas de capacidad	1 m³ (metro cúbico) .... 10 hl 1 hl (hectolitro) .... 100 l 1 l (litro) .... 0,001 m³	1 fanega prusiana .... 0,54 hl 1 fanega bávara .... 2,22 hl 12 fanegas (1 malter) .... 1,5 hl 1 tonelada náutica .... 2,21 m³
Pesos	1 t (tonelada) .... 10 q (1.000 kg) 1 q (quintal métrico) .... 100 kg 1 kg (kilogramo) .... 1.000 g 1 g (gramo) .... 1.000 mg (miligramo)	1 quintal .... 50 kg 1 libra (30 medias onzas) .... 500 g 1 libra prusiana antigua .... 0,4677 kg 1 media onza (10 medias dracmas) .... 16,66 g 1 quilate .... 0,2 g

	Sistema anglosajón de medidas y pesas
Medidas de longitud	1 milla náutica (nudo) = 6.080 pies = 1,8532 km 1 milla estatuaria = 8 furlongs = 8 × 220 yardas = 1.760 x 3 pies = 1,6093 km 1 milla inglesa normal (londonmile) = 5.000 pies = 1,5239 km 1 fathom = 2 yardas = 6 pies = 72 pulgadas = 1,8287 m 1 yarda = 3 pies = 36 pulgadas = 0,9144 m 1 pie = 12 pulgadas = 0,3048 m 1 pulgada = 25,399 mm
Medidas de superficie	1 milla cuadrada = 640 acres = 2,59 km² 1 acre = 160 poles cuadrados = 4.840 yardas cuadradas = 40,4685 a 1 pole cuadrado = 25,293 m² 1 yarda cuadrada = 9 pies cuadrados = 0,8361 m² 1 pie cuadrado = 144 pulgadas cuadradas = 0,0929 m² 1 pulgada cuadrada = 6,4516 cm²
Medidas de volumen	1 register ton = 100 pies cúbicos = 2,832 m³ 1 ocean ton = 40 pies cúbicos = 1,1327 m³ 1 yarda cúbica = 27 pies cúbicos = 0,7646 m³ 1 pie cúbico = 1.728 pulgadas cúbicas = 0,0283 m³ 1 pulgada cúbica (cu. in.) = 16,387 cm³
Medidas de capacidad	1 imperial quarter = 8 bushel = 2,90789 hl 1 bushel = 8 galones = 0,3635 hl 1 galón imperial = 4 quarts = 4,5435 l 1 quart = 2 pintas = 1,14 l 1 pinta = 0,56 litros 1 galón americano = 231 pulgadas cúbicas = 3,7852 l
Pesos	1 tonelada (long ton) = 20 hundred weight = 20 × 4 quarters = 80 × 28 = 1.016,0471 kg 1 tonelada marina (short ton) = 2.000 libras = 907,1853 kg 1 hundred weight (cwts) = 4 quarter = 50,8 kg 1 quarter = 2 stones = 12,701 kg 1 stone = 14 libras = 6,35 kg 1 libra = 16 onzas = 0,4536 kg 1 onza = 0,0284 kg

Temperaturas

Grados Celsius (°C) = $^5/_9$(°F–32) = $^5/_4$°R
Grados Reaumur (°R) = $^4/_5$°C = $^4/_9$(°F–32)
Grados Fahrenheit (°F) = $^9/_5$°C + 32 = $^9/_4$°R+32
0 °C = 273,15 Kelvin

Tabla de conversión:

°C	°R	°F
– 40	– 32	– 40
– 35	– 28	– 31
– 30	– 24	– 22
– 25	– 20	– 13
– 20	– 16	– 4
– 17,8	– 14,2	0
– 15	– 12	+ 5
– 10	– 8	+ 14
– 5	– 4	+ 23
0	0	+ 32
+ 5	+ 4	+ 41
+ 10	+ 8	+ 50
+ 15	+ 12	+ 59
+ 20	+ 16	+ 68
+ 25	+ 20	+ 77
+ 30	+ 24	+ 86
+ 35	+ 28	+ 95
+ 40	+ 32	+104
+ 45	+ 36	+113
+ 50	+ 40	+122
+ 55	+ 44	+131
+ 60	+ 48	+140
+ 65	+ 52	+149
+ 70	+ 56	+158
+ 75	+ 60	+167
+ 80	+ 64	+176
+ 85	+ 68	+185
+ 90	+ 72	+194
+ 95	+ 76	+203
+100	+ 80	+212

CONVERSIÓN DE PIES Y PULGADAS A mm

Pulgadas (")	1/16	1/12	1/8	1/6	3/16	1/4	5/16	1/3	3/8	5/12	7/16	1/2
mm	1,59	2,12	3,18	4,23	4,76	6,35	7,94	8,47	9,52	10,58	11,11	12,7
Pulgadas (")	9/16	7/12	5/8	2/3	11/16	3/4	13/16	5/6	7/8	11/12	15/16	1
mm	14,29	14,82	15,87	16,93	17,46	19,05	20,64	21,17	22,22	23,28	23,81	25,4

Pies y pulgadas inglesas - milímetros
1 pie = 304,79973 mm

Pies	pulgad.	0"	1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	9"	10"	11"	12"
0	0	0	25,4	51	76	102	127	152	178	203	229	254	279	305
1	12	305	330	356	381	406	432	457	483	508	533	559	584	610
2	24	610	635	660	686	711	737	762	787	813	838	864	889	914
3	36	914	940	965	991	1.016	1.041	1.067	1.092	1.118	1.143	1.168	1.194	1.219
4	48	1.219	1.245	1.270	1.295	1.321	1.346	1.372	1.397	1.422	1.448	1.473	1.499	1.524
5	60	1.524	1.549	1.575	1.600	1.626	1.651	1.676	1.702	1.727	1.753	1.778	1.803	1.829
6	72	1.829	1.854	1.880	1.905	1.930	1.956	1.981	2.007	2.032	2.057	2.083	2.108	2.134
7	84	2.134	2.159	2.184	2.210	2.235	2.261	2.286	2.311	2.337	2.362	2.388	2.413	2.438
8	96	2.438	2.464	2.489	2.515	2.540	2.565	2.591	2.616	2.642	2.667	2.692	2.718	2.743
9	108	2.743	2.769	2.794	2.819	2.845	2.870	2.896	2.921	2.946	2.972	2.997	3.023	3.048
10	120	3.048	3.073	3.099	3.124	3.150	3.175	3.200	3.226	3.251	3.277	3.302	3.327	3.353
11	132	3.353	3.378	3.404	3.429	3.454	3.480	3.505	3.531	3.556	3.581	3.607	3.632	3.658
12	144	3.658	3.683	3.708	3.734	3.759	3.785	3.810	3.835	3.861	3.886	3.912	3.937	3.962
13	156	3.962	3.988	4.013	4.039	4.064	4.089	4.115	4.140	4.166	4.191	4.216	4.242	4.267
14	168	4.267	4.293	4.318	4.343	4.369	4.394	4.420	4.445	4.470	4.496	4.521	4.547	4.572
15	180	4.572	4.597	4.623	4.648	4.674	4.699	4.724	4.750	4.775	4.801	4.826	4.851	4.877
16	192	4.877	4.902	4.928	4.953	4.978	5.004	5.029	5.055	5.080	5.105	5.131	5.156	5.182
17	204	5.182	5.207	5.232	5.258	5.283	5.309	5.334	5.359	5.385	5.410	5.436	5.461	5.486
18	216	5.486	5.512	5.537	5.563	5.588	5.613	5.639	5.664	5.690	5.715	5.740	5.766	5.791
19	228	5.791	5.817	5.842	5.867	5.893	5.918	5.944	5.969	5.994	6.020	6.045	6.071	6.096
20	240	6.096	6.121	6.147	6.172	6.198	6.223	6.248	6.274	6.299	6.325	6.350	6.375	6.401
21	252	6.401	6.426	6.452	6.477	6.502	6.528	6.553	6.579	6.604	6.629	6.655	6.680	6.706
22	264	6.706	6.731	6.756	6.782	6.807	6.833	6.858	6.883	6.909	6.934	6.960	6.985	7.010
23	276	7.010	7.036	7.061	7.087	7.112	7.137	7.163	7.188	7.214	7.239	7.264	7.290	7.315
24	288	7.315	7.341	7.366	7.391	7.417	7.442	7.467	7.493	7.518	7.545	7.569	7.594	7.620
25	300	7.620	7.645	7.671	7.696	7.722	7.747	7.772	7.798	7.823	7.849	7.874	7.899	7.925
26	312	7.925	7.950	7.975	8.001	8.026	8.052	8.077	8.102	8.128	8.153	8.179	8.204	8.230
27	324	8.230	8.255	8.280	8.306	8.332	8.357	8.382	8.408	8.433	8.458	8.484	8.509	8.534
28	336	8.534	8.559	8.585	8.610	8.636	8.661	8.686	8.712	8.737	8.763	8.788	8.814	8.839
29	348	8.839	8.864	8.890	8.915	8.941	8.966	8.991	9.017	9.042	9.068	9.093	9.118	9.144
30	360	9.144	9.169	9.195	9.220	9.246	9.271	9.296	9.322	9.347	9.373	9.398	9.423	9.449
31	372	9.449	9.474	9.500	9.525	9.551	9.576	9.601	9.627	9.652	9.677	9.703	9.728	9.753
32	384	9.754	9.779	9.804	9.830	9.855	9.881	9.906	9.931	9.957	9.982	10.008	10.033	10.058
33	396	10.058	10.083	10.109	10.134	10.160	10.185	10.210	10.236	10.261	10.287	10.312	10.337	10.363
34	408	10.363	10.388	10.414	10.439	10.465	10.490	10.515	10.541	10.566	10.592	10.617	10.642	10.668
35	420	10.668	10.693	10.719	10.744	10.770	10.795	10.820	10.846	10.871	10.897	10.922	10.947	10.973
36	432	10.973	10.998	11.024	11.049	11.075	11.100	11.125	11.151	11.176	11.202	11.227	11.252	11.278
37	444	11.278	11.303	11.328	11.354	11.379	11.405	11.430	11.455	11.481	11.506	11.532	11.557	11.582
38	456	11.582	11.607	11.633	11.658	11.684	11.709	11.734	11.760	11.785	11.811	11.836	11.861	11.887
39	468	11.887	11.912	11.938	11.963	11.989	12.014	12.039	12.065	12.090	12.116	12.141	12.166	12.192
40	480	12.192	12.217	12.243	12.268	12.294	12.319	12.344	12.370	12.395	12.421	12.446	12.471	12.497
41	492	12.497	12.522	12.548	12.573	12.598	12.624	12.649	12.675	12.700	12.725	12.751	12.776	12.802
42	504	12.802	12.827	12.852	12.878	12.903	12.929	12.954	12.979	13.005	13.030	13.056	13.081	13.106
43	516	13.106	13.132	13.157	13.183	13.208	13.233	13.259	13.284	13.310	13.335	13.360	13.386	13.411
44	528	13.411	13.437	13.462	13.487	13.513	13.538	13.564	13.589	13.614	13.640	13.665	13.691	13.716
45	540	13.716	13.741	13.767	13.792	13.818	13.843	13.868	13.894	13.919	13.945	13.970	13.995	14.021
46	552	14.021	14.046	14.072	14.097	14.122	14.148	14.173	14.199	14.224	14.249	14.275	14.300	14.326
47	564	14.326	14.351	14.376	14.402	14.427	14.453	14.478	14.503	14.529	14.554	14.580	14.605	14.630
48	576	14.630	14.656	14.681	14.707	14.732	14.757	14.783	14.808	14.834	14.859	14.884	14.910	14.935
49	588	14.935	14.961	14.986	15.011	15.037	15.062	15.088	15.113	15.138	15.164	15.189	15.215	15.240
50	600	15.240	15.265	15.291	15.316	15.342	15.367	15.392	15.418	15.443	15.469	15.494	15.519	15.545
51	612	15.545	15.570	15.596	15.621	15.646	15.672	15.697	15.723	15.748	15.773	15.799	15.824	15.850
52	624	15.850	15.875	15.900	15.926	15.951	15.977	16.002	16.027	16.053	16.078	16.104	16.129	16.154
53	636	16.154	16.180	16.205	16.231	16.256	16.281	16.307	16.332	16.358	16.383	16.408	16.434	16.459
54	648	16.459	16.485	16.510	16.535	16.561	16.586	16.612	16.637	16.662	16.688	16.713	16.739	16.764
Pies	pulgad.	0"	1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	9"	10"	11"	12"

Hipótesis de cargas para la edificación; materiales y elementos peso propio y ángulo de rozamiento; DIN 1055

Materiales de almacenaje industriales y agrícolas

1 Combustible

Nº	Elemento	Valor de cálculo kN/m³	Ángulo de rozamiento
1	Lignito		
	seco	8	35°
	con humedad de la tierra	10	30°
	briquetas de lignito, amontonadas	8	30°
	briquetas de lignito, apiladas	13	-
	semicoque de lignito	10	40°
	carbonilla de lignito	5	25°
2	Leña	4	45°
3	Carbón vegetal		
	aireado	4	-
	sin aire	15	-
4	Hulla		
	coque	6,5	35°
	hulla en bruto, con humedad de la mina	10	35°
	hulla en bruto, en depósito de decantación	12	0°
	hulla, como carbón en polvo	7	25°
	briquetas, amontonadas	8	35°
	briquetas, apiladas	13	-
	briquetas ovoides y todos los demás tipos de hulla	8,5	30°
	mina de carbón	12,5	35°
	procedente del lavado	14	35°
5	Turba (solo como combustible; véase también el apartado 6.5 nº 21)		
	turba negra, secada empaquetada	5	-
	turba negra, secada amontonada	3	45°

2 Alimentos

Están incluidas las superficies mínimas de circulación. Solo se pueden considerar por separado los pasos de circulación delimitados por elementos fijos.

Nº	Elemento	Valor de cálculo kN/m³	Ángulo de rozamiento
1	Mantequilla		
	en barriles	5,5	-
	empaquetada en cajas y cartón	8	-
2	Pescado en barriles y cajas	8	-
3	Carne congelada	7	-
4	Bebidas embotelladas		
	apiladas en cajas	8,5	-
	en cajones (p. ej., cerveza)	6	-
5	Café	7	-
6	Cacao en sacos	5,5	-
7	Conservas de todo tipo	8	-
8	Margarina		
	en cajas	7	-
	en barriles	5,5	-
9	Harina		
	en sacos	5	-
	suelta (vertida)	6	25°
10	Fruta		
	vertida	7	25°
	en cajas	3,5	-
11	Sémola de trigo	5,5	35°
12	Azúcar		
	suelto (vertido)	9,5	35°
	compacto y en sacos	16	-

3 Líquidos

Eventualmente, al dimensionar las paredes de los contenedores se deberá tener en cuenta la presión del gas

Nº	Elemento	Valor de cálculo kN/m³	Ángulo de rozamiento
1	Alcohol y éter	8	0°
2	Anilina	10	0°
3	Gasolina	8	0°
4	Benzol	9	0°
5	Cerveza	10	0°
6	Minio de plomo, preparado para pintar (véase tamb. el apdo. 6.4, nº 2)	60	0°
7	Albayalde, listo para pintar, en aceite (véase tb. apdo. 6.4, nº 3)	10	0°
9	Sapropel con contenido en agua superior al 50 % en volumen (véase tamb. el apdo. 6.4, nº 8/9)	11	0°
10	Glicerina	12,5	0°
11	Aceite de creosota y de alquitrán	11	0°
12	Leche	10	0°
13	Aceites, vegetales y animales	10	0°
14	Queroseno	8	0°
15	Mercurio	136	0°
16	Ácido nítrico, 91 % en peso	15	0°
17	Ácido clorhídrico, 40 % en peso	12	0°
18	Ácido sulfúrico, 30 % en peso fumante	14 19	0° 0°
19	Alquitrán, líquido	12	0°
20	Aguarrás	9	0°
21	Agua	10	0°
22	Vino	10	0°

4 Otros materiales vertidos y apilados

Nº	Elemento	Valor de cálculo kN/m³	Ángulo de rozamiento
1	Archivo y armarios normales llenos	6	-
2	Minio de plomo, en polvo	90	-
3	Albayalde, en polvo	90	-
4	Libros y actas, apilados	8,5	-
5	Hielo, en piezas	8,5	-
6	Minerales de hierro		
	limonita	14	40°
	limonita brasileña	39	40°
7	Fibras, celulosa, en balas prensadas	12	0°
8	Sapropel con un contenido en agua de hasta el 30 % del volumen [1)]	12,5 [1)]	20° [1)]
9	Sapropel con un contenido en agua de hasta el 50 % del volumen [1)]	11 [1)]	0° [1)]
10	Cuero y pieles apiladas o en balas	9	-
11	Fieltro en balas	5	-
	con revestimiento de PVC, en rollos	7	-
12	Harina de pescado	8	45°
13	Caucho y elastómetros, en bruto	10	-
14	Virutas de madera, vertida suelta	2	45°
15	Harina de madera, en sacos, seca	3	-
	suelta, seca	2,5	45°
	suelta mojada	5	45°
16	Lana de madera	1,5	45°
	prensada	4,5	-
17	Carburo, en piezas	9	30°
18	Masilla	12	-
19	Ropa, suelta	3	-
20	Vestidos y telas, atada o en balas	11	-
21	Corcho, prensado	3	-
22	Cuero, apilado	10	-
23	Linóleum según DIN 18171 en rollos	13	-
24	Malta	5,5	20°
25	Germen de malta	2	-
26	Papel, apilado	11	-
	en rollos	15	-
27	Brea	11	-
28	Porcelana o cerámica apilada	11	-
29	Revestimientos de PVC según DIN 16951 en rollos	15	-
30	Piritas de sulfuro, vertidas	27	45°
	calcinadas	14	45°
31	Sosa, calcinada	25	45° [2)]
	cristalizada	15	40°
32	Sal mineral, quebrada	22	45°
	molida	12	40°
33	Alquitrán betunes	14	-
34	Lana, algodón, prensado secado al aire	13	-

5 Productos agrícolas, vertidos y apilados

En las superficies de almacenaje se ha de considerar una carga de circulación mínima de 3,5 kN/m², incluso si los valores obtenidos en la siguiente tabla son menores

Nº	Elemento	Valor de cálculo kN/m³	Ángulo de rozamiento
1	Ensilado	5,5	0°
2	Ensilado húmedo (maíz)	16	0°
3	Lino, apilado o prensado en balas	3	-
4	Forraje verde, suelto	4	-
5	Ensilado de hierba, mojada	11	0°
6	Heno, largo y suelto en balas poco prensadas o picado en piezas grandes (> 11,5 m)	0,9	-
7	Heno, balas muy prensadas o picado en piezas pequeñas	1,4	-
8	Heno igual que 7, pero atadas con alambre	1,7	-
9	Lúpulo en sacos	1,7	-
	en latas cilíndricas de lúpulo	4,7	-
	prensado o envuelto en tela	2,9	-
10	Patatas y zanahorias vertidas sueltas	7,6	30°
11	Ensilado de patatas	10	0°
12	Cereales		
	a) Cebada fermentada	8	30°
	b) Avena, trigo, centeno, cebada	9	30°
	c) Semillas de cáñamo	5	30°
	d) Legumbres	8,5	25°
	e) Maíz	8	28°
	f) Frutos oleaginosos, fleo, sin cáscara	6,5	25°
	g) Teis	8	33°
	h) Semillas de remolacha y hierba	3	30°

[1)] **Nota:** los valores comprendidos entre 30 y 50 % se han de interpolar linealmente
[2)] **Nota:** para el almacenaje en silos se ha de aumentar el ángulo de rozamiento en 20°

Nº	Elemento	Valor de cálculo kN/m³	Ángulo de rozamiento
13	Forraje concentrado		
	a) cereales y malta triturados	4	45°
	b) Briquetas de forraje verde Ø 50 hasta 80 mm	4,5	50°
	c) Copos de forraje verde Ø 15 hasta 30 mm	6	45°
	d) Harina de cáscaras verdes Ø 4 hasta 8 mm	7,5	45°
	e) Copos de harina verde y patatas	1,5	45°
	f) Salvado	3	45°
	g) Tortas oleaginosas	10	-
	h) Mezcla de forraje concentrado	5,5	45°
14	Habas de soja	7,8	23°
15	Granzas	1	-
16	Paja, larga y suelta o en balas de segadora	0,7	-
17	Paja, en balas poco prensadas o picado corto (hasta 5 cm)	0,8	-
18	Paja, en balas muy prensadas atadas con hilo	1,1	-
19	Paja, en balas muy prensadas atadas con alambre	2,7	-
20	Tabaco, atado o en balas	5	-
21	Turba, suelta, secada al aire		
	vertida suelta	1	-
	suelta, pero vibrada	1,5	-
	prensada en balas	3	-
22	Remolacha azucarera, húmeda	10	0°
	remolacha azucarera, seca	3	45°

6 Fertilizantes

Nº	Elemento	Valor de cálculo kN/m³	Ángulo de rozamiento
1	Estiércol líquido	10	0°
2	Orina	8	24°
3	Estiércol granja, amont. hasta 1,5 m	6	45°
4	Magnesio potásico	13	30°
5	Sulfato potásico	16	28°
6	Cloruro de potasio	12	28°
7	Estiércol (vertido hasta 1 m)	12	45°
8	Fertilizante de nitratos	11	25°
9	Fertilizante de nitratos y potasio	10	28°
10	Fertilizante de nitratos y fosfatos	11,5	25°
11	Fert. de nitratos, potasio y fosfatos	12	25°
12	Fertilizante de fosfatos (sin fosfato Thomas)	14	25°
13	Fertilizante de fosfatos y potasio	13	25°
14	Estiércol apilado	10	45°
15	Fosfato Thomas	22	25°

Elementos y materiales de construcción (como elementos de un edificio y como material de almacenaje)

1 Materiales de almacenaje [3)]

Nº	Elemento	Valor de cálculo kN/m³	Ángulo de rozamiento
1	Betonita, suelta	8	40°
	vibrada	11	-
2	Arcilla expansiva, pizarra expansiva	15 [4)]	30°
3	Ceniza de lignito filtrada	15	20°
4	Yeso, molido	15	25°
5	Vidrio, plano	25	-
6	armado	26	-
7	acrílico	12	-
8	Escorias de altos hornos	18	40°
9	Escorias de altos hornos, trituradas, escorias de calderas	11	30°
10	Pómez siderúrgico, húmedo (escorias espumosas de altos hornos) pómez natural	9	35°
11	Pómez siderúrgico, seco	7	35°
12	Cal, cal aérea (cal blanca), cal dolomítica, cal de carburo)		
	cocida, en piezas	13	45°
	cocida, molida	13	25°
	cocida apagada (hidrato seco)	6	25°
	cocida apagada (masa de cal)	13	0°

Hipótesis de carga según DIN 1055

N°	Elemento	Valor de cálculo kN/m^3	Ángulo de rozamiento
13	Cal; cal endurecida hidráulicamente (cal hidráulica, cal altamente hidráulica)		
	cocida, en trozos	13	45°
	cocida, molida	13	25°
	cocida, apagada	11	25°
14	Polvo calizo	13	27°
15	Ceniza aérea	10	25°
16	Ceniza siderúrgica	7,5	25°
17	Grava y arena, seca o humedecida, en caso de vertido húmedo (sin agua) el valor de cálculo se ha de aumentar en 2 kN/m^3	18	35°
18	Materiales sintéticos		
	a) Polietileno, poliesterol granulados	6,5	30°
	b) Polivinilo de cloruro en polvo	6	40°
	c) Resinas de poliéster	12	-
	d) Colas de resina	13	-
19	Magnesita (magnesio cáustico calcinado)	12	25°
20	Lava espumosa, quebrada humedecida)	10	35°
21	Trass, molido	15	25°
22	Cemento, molido	16	28°
	cemento clinker	18	36°
23	Arena de ladrillo, cascotes de ladrillo, humedecidos	15	35°

[3] Observaciones: Para más datos sobre suelos no cohesivos (grava, arena, cantos rodados, etc.), cohesivos y orgánicos (marga, arcillas, turbas) véase la norma DIN 1055 parte 2[1]. "Hipótesis de carga en la edificación: características del suelo, pesos, ángulos de rozamiento, cohesión, ángulos de rozamiento interno"
[4] Observación: Valor máximo, que no se supera en la práctica

N°	Elemento	Valor de cálculo kN/m^3
	2 Metales	
1	Aluminio	27
2	Aleacines de alumino	28
3	Plomo	114
4	Bronce	85
5	Hierro fundido	72,5
6	Cobre	89
7	Magnesio	18,5
8	Latón	85
9	Níquell	89
10	Acero y hierro dulce	78,5
11	Cinc	
	fundido	69
	laminado	72
12	Estaño laminado	74

3 Madera y elementos de madera

(Protegida contra inclemencias climatológicas y contra la humedad). En el peso indicado está comprendido el suplemento correspondiente para pequeñas piezas de acero, madera dura y pintura o imprimación. El peso de los elementos de acero que trabaja a tracción, piezas de unión, apoyos y soportes se han de sumar al valor expresado

N°	Elemento	Valor de cálculo kN/m^3
1	Madera de coníferas, en general	4 V 6[6]
2	Madera contrachapada	4 V 5
3	Madera de fronda	6 V 8
4	Madera de ultramar	necesario certificado
5	Tableros aglomerados según DIN 68761 y DIN 68763	5 V 7,5
6	Tableros chapados s. DIN 68705 P. 3[1]	4,5 V 8
7	Tableros de carpintero s. DIN 68705 P 4[1]	4,5 V 6,5
8	Tableros de fibra de madera dura HFH según DIN 68754 P. 1[1]	9 V 11
9	Tableros de fibras madera semidura HFM según DIN 68754 P. 1[1]	6 V 8,5
10	Tableros blandos según DIN 68750	2,5 V 4

4 Hormigón y mortero
4.1 Hormigón
Los valores de cálculo son válidos también para elementos prefabricados de hormigón. En el caso de hormigón fresco los valores deben aumentarse generalmente en 1 kN/m^3. Cuando el peso propio de hormigón y hormigón armado pueda diferir de los valores indicados, por diversas razones (p. ej., aditivos especiales ligeros o pesado, o por una cuantía de acero elevada en el hormigón armado) éste debe determinarse mediante probetas, siempre y cuando la diferencia influya considerablemente sobre la estabilidad de la obra. Los efectos sobre el encofrado no son contemplados en esta norma.

4.1.1 Hormigón gaseoso según DIN 4223

Densidad (g/cm^3)	Valor de cálculo kN/m^3
0,5	6,2
0,6	7,2
0,7	8,4
0,8	9,5

4.1.2 Hormigón ligero según las "Directrices de hormigón ligero y hormigón ligero armado con juntas cerradas"[7]

1	10,5
1,2	12,5
1,4	14,5
1,6	16,5
1,8	18,5
2	20,5

4.1.3 Hormigón ligero armado s. "Directrices de hormigón ligero y hormigón ligero armado con juntas, cerradas"[7]

1	11,5
1,2	13,5
1,4	15,5
1,6	17,5
1,8	19,5
2	21,5

4.1.4 Hormigón normal con juntas cerradas según DIN 1045 (Densidad de la grava 2,7 g/cm^3)

hasta B 10 (Bn 100)	23
a partir de B 15 (Bn 150)	24

4.1.5 Hormigón normal con juntas cerradas según DIN 1045

a partir de B 15 (Bn 150)	25

4.1.6 Hormigón ligero con aditivos de virutas (Hormigón pretensado con virutas de madera)[9]

0,4	5
0,5	6
0,6	7
0,7	8

Se admite una interpolación lineal

4.1.7 Hormigón ligero con juntas porosas según DIN 4232

1	10
1,2	12
1,4	15
1,6	16
1,8	18
2	20

N°	Elemento	Valor de cálculo kN/m^3
	4.2 Mortero de aparejar y revocar (Pintura: véase apdo. 7.9)	
1	Mortero de yeso, sin arena	12
2	Mortero de cal (mortero aparejar y revocar Mortero de cal y yeso, mortero de yeso y arena (mortero de revocar), mortero con anhidritos	18
3	Mortero de cal y cemento y mortero de trass y cemento	20
4	Mortero arcilloso	20
5	Mortero de cemento y mortero de trass y cemento	21

5 Obra de fábrica
Los valores indicados son para la obra de fábrica sin revocar; está comprendido el mortero de las juntas y la proporción normal de humedad

5.1 Obra de fábrica de piedra natural
Los siguientes valores son la media superior de los valores promedio según DIN 52100 "Control de piedra natural"

5.1.1 Piedras eruptivas

1	Basalto, maláfido, diorita, gabro	30
2	Lava de basalto	24
3	Diabasa	29
4	Granito, sienita, pórfido	28
5	Traquita	26

5.1.2 Piedras sedimentarias estratificadas

1	Traumato, piedra arenisca, gonfolita	27
2	Piedra caliza y dolomitas densas (duras), incluido cal de conchas y mármol	28
3	Otras piedras calizas, incluidos conglomerados de cal, travertino, etc.	26
4	Toba calcárea	20

N°	Elemento	Valor de cálculo kN/m^3
	5.1.3 Piedras metamórficas	
1	Gneis, granito	30
2	Pizarras	28
3	Serpentina	27

[5] Véase apdo. 5.1
[7] Beuth-Verlag, Berlín y Colonia
[8] Nota: 1 g/cm^3 = 1 kg/dm^3
[9] Nota: a determinar en los controles de obra

Densidad de las piedras (g/cm^3)	Valor de cálculo kN/m^3

5.2 Obra de fábrica de piedras artificiales

5.2.1 Obra de fábrica según DIN 1053 P. 4[1] de piedras artificiales según:

DIN 105	Ladrillos; macizos y perforados
DIN 105, P 2[1]	Ladrillos; ligeros
DIN 105, P 3[1]	Ladrillos; de alta resistencia y clínquer
DIN 106	Ladrillos; macizos, perforados y huecos
DIN 398	Bloques de escorias siderúrgicas, macizos, perforados y huecos
DIN 4165	Bloques de hormigón gaseoso
DIN 18149	Bloques perforados de hormigón ligero
DIN 18151	Bloques huecos de hormigón ligero
DIN 18152	(en redacción) Bloques macizos de hormigón ligero
DIN 18153	Bloques perforados de hormigón con juntas cerradas

Para obra de fábrica con mortero ligero se han de disminuir los valores de la tabla en 1 kN/m^3

0,5	7
0,6	8
0,7	9
0,8	10
0,9	11
1	12
1,2	14
1,4	15
1,6	17
1,8	18
2	20
2,1	21
2,2	22
2,5	25

5.2.2 Ladrillos refractarios (ladrillos silicocalcáreos)

1,8	18
2	20

6 Forjados (de pisos y cubiertas)

6.1 Forjados de hormigón armado según DIN 1045
(Incluidas las armaduras y estribos de acero, pero sin el peso de posibles vigas de acero)

1	Placas de hormigón armado según DIN 1045	0,25 KN/m^2

2 Forjados cerámicos según DIN 1045, edición de enero 1972, apdo. 2.1, piezas con juntas parcialmente rellenadas con mortero según DIN 4159, edición abril 1978, apdo. 4, tabla 2 (long. de las piezas: 250 mm) y un forjado de canto:

Canto	Densidad de las tejas (g/cm^3) 0,6	0,8	1	1,2
11,5 cm	1,25	1,45	1,65	1,85
14 cm	1,5	1,75	2	2,25
16,5 cm	1,9	2,15	2,4	2,75
19 cm	2,15	2,45	2,8	3,15
21,5 cm	2,45	2,8	3,15	3,55
24 cm	2,75	3,1	3,5	3,95
26,5 cm	3,05	3,45	3,9	4,3
29 cm	3,35	3,8	4,25	4,7

MEDIDAS Y PESOS

Equivalencia de medidas entre el SI y el anglosajón
Medidas, pesos, temperatura
Conversión de pies y pulgadas a mm
Cargas permanentes
Sobrecargas

DIN 1055

Hipótesis de carga según DIN 1055

N°	Elemento	Valor de cálculo kN/m³			
3	Forjados cerámicos según DIN 1045, piezas conjuntas completamente rellenadas con mortero según DIN 4159, (long. de las piezas: 250 mm) y un forjado de canto:	Densidad de las bovedillas (g/cm³)			
		0,6	0,8	1	1,2
	11,5 cm	1,45	1,6	1,85	2
	14 cm	1,8	1,95	2,2	2,45
	16,5 cm	2,2	2,4	2,65	2,95
	19 cm	2,55	2,8	3,05	3,4
	21,5 cm	2,9	3,15	3,45	3,65
	24 cm	3,2	3,55	3,9	4,3
	26,5 cm	3,7	4,1	4,45	4,8
	29 cm	4,05	4,45	4,85	5,25
4	Forjados de hormigón armado según DIN 1045, bovedillas no resistentes de hormigón según DIN 4158, con una separación entre viguetas de 62,5 cm y un forjado de canto:	Densidad del hormigón (g/cm³)			
		1,4		2,3	
	16 cm	2,13		2,85	
	20 cm	2,28		2,95	
	24 cm	2,48		3,18	
	para una separación entre viguetas de 75 cm y un forjado de canto				
	20 cm	2,13		2,85	
5	Forjados nervados unidireccionalmente de hormigón armado[10] según DIN 1045, no resistentes de hormigón según DIN 4158, con una capa de compensación de 5 cm de grosor				
a)	separación entre nervios 50 cm y canto total del forjado:	Densidad del hormigón (g/cm³) de las bovedillas			
		1,4		2,3	
	17 cm	2,95		3,58	
	19 cm	3,14		3,75	
	21 cm	3,71		4,38	
	23 cm	3,79		4,48	
	25 cm	3,87		4,55	
	27 cm	4		4,71	
	29 cm	4,11		4,83	
	33 cm	5,04		6,15	
b)	separación entre nervios 62,5 cm y canto total del forjado:	Densidad del hormigón (g/cm³) de las bovedillas			
		1,4		2,3	
	17 cm	2,77		3,36	
	19 cm	2,99		3,63	
	21 cm	3,42		4,13	
	23 cm	3,5		4,16	
	25 cm	3,57		4,24	
	27 cm	3,67		4,35	
	29 cm	3,76		4,47	
	33 cm	4,63		5,74	
c)	con bovedillas cerámicas no resistentes según DIN 4160 y una capa de compresión de 5 cm de grosor (sep. entre nervios: 50 cm)	Densidad de las bovedillas (g/cm³)			
		0,6		0,9	
	19 cm	2,55		2,95	
	21,5 cm	2,8		3,25	
	24 cm	3,05		3,55	
	26,5 cm	3,4		4	
	29 cm	3,65		4,3	
	31,5 cm	3,9		4,65	
	34 cm	4,15		4,95	
	36,4 cm	4,65		5,45	
	39 cm	4,9		5,8	
6	Forjados nervados unidireccionales de hormigón armado según DIN 1045	Valores de cálculo según datos de los fabricantes teniendo en cuenta apdo. 1.2; los valores superiores se pueden calcular teniendo en cuenta el apdo. 7.6.1, tablas 4 y 5			
a)	entrevigado no resistente de hormigón según DIN 4158, p. ej., forma DM				

N°	Elemento	Valor de cálculo kN/m³			
b)	Bovedillas no resistentes de hormigón según DIN 4159				
	a) Separación entre viguetas 50 cm y canto del forjado:	Densidad de las bovedillas (g/cm³)			
		0,6	0,8	1	1,2
	11,5 cm	1,19	1,39	1,59	1,79
	14 cm	1,43	1,68	1,92	2,17
	16,5 cm	1,67	1,96	2,25	2,55
	19 cm	1,92	2,25	2,58	2,92
	21,5 cm	2,24	2,61	2,98	3,36
	24 cm	2,5	2,91	3,32	3,74
	26,5 cm	2,81	3,26	3,71	4,17
	29 cm	3,07	3,56	4,05	4,56
	31,5 cm	3,32	3,85	4,4	4,95
	34 cm	3,58	4,16	4,74	5,33
b)	Separación entre viguetas: 62,5 cm y canto del forjado	Densidad de las bovedillas (g/cm³)			
		0,6	0,8	1	1,2
	11,5 cm	1,13	1,33	1,54	1,75
	14 cm	1,35	1,6	1,85	2,11
	16,5 cm	1,58	1,88	2,18	2,48
	19 cm	1,81	2,15	2,5	2,85
	21,5 cm	2,11	2,49	2,87	3,27
	24 cm	2,35	2,77	3,2	3,64
	26,5 cm	2,64	3,11	3,58	4,06
	29 cm	2,88	3,39	3,91	4,43
	31,5 cm	3,13	3,68	4,24	4,81
	34 cm	3,37	3,96	4,57	5,19
7	Losas nervadas sin elementos de relleno	El valor de cálculo se ha de averiguar a partir de los pesos propios, en función de la forma			
8	Losas de hormigón armado de densidad 2,3 g/cm³) según DIN 1045, edición enero 1972, apdo. 19.3, canto del forjado:				
	5 cm	0,85			
	6 cm	1			
	7 cm	1,15			
	8 cm	1,3			
	9 cm	1,5			
	10 cm	1,65			
	11 cm	1,85			
	12 cm	2			

N°	Elemento	Valor de cálculo para cada cm de grosor kN/m²
6.2	**Forjados de placas de hormigón gaseoso o espumoso, curado al vapor según DIN 4223, así como losas de hormigón ligero según DIN 1045**	
1	Placas de cubiertas Densidad del hormigón (g/cm³)	
	0,5	0,062
	0,6	0,072
2	Placas de cubiertas y pisos Densidad del hormigón (g/cm³)	
	0,7	0,084
	0,8	0,095
3	Losas de hormigón armado de hormigón ligero según DIN 1045 y un grosor de:	Valor de cálculo kN/m²
	5 cm	0,55
	6 cm	0,6
	7 cm	0,65
	8 cm	0,72
	9 cm	0,8
	10 cm	0,88
	11 cm	0,95
	12 cm	1
	14 cm	1,17
	16 cm	1,35

N°	Elemento	Valor de cálculo kN/m³	
6.3	**Forjados de bloques macizos y huecos según DIN 105, DIN 106 y DIN 398 o de bloque macizos de hormigón ligero según DIN 18152[9]**		
	de 11,5 cm de grosor (resistencia mínima a compresión de los bloques: 15 N/mm²)		
	de ladrillos macizos, bloques macizos o bloques de escorias siderúrgicas; densidad: 1,8 g/cm³	2,2	
	de clinker perforado, bloques macizos de horm. ligero; densidad 1,6 g/cm³	2,05	
	de bloques huecos porosos; densidad de la piedra 1,4 g/cm³	1,9	
	de bloques huecos porosos; densidad de la piedra 1,2 g/cm³	1,7	
6.4	**Forjados abovedados**		
	(sin incluir el peso de las jácenas) bóvedas planas con luces de hasta 2 m, incluido el trasdosado		
1	de bloques macizos según DIN 105, DIN 106 y DIN 398, para un grosor de:		
	1,5 cm	2,75	
	24 cm	5,4	
2	de bloques macizos de hormigón ligero DIN 18152[9], ladrillos perforados según DIN 105 y bloques perforados de arena calcárea según DIN 106, para un grosor de:	Densidad de la piedra (g/cm³)[8]	
		1,2	1,4
	11,5 cm	1,8	2,25
	24 cm	3,6	4,5
6.5	**Forjados de hormigón armado translúcido según DIN 1045**		
1	Con piezas macizas de hormigón translúcido según DIN 4243 (nervios de 3 cm de anchura y 8 cm de altura)	1	
2	Con piezas huecas de hormigón translúcido según DIN 4243 (nervios de 3 cm de anchura y 10 cm de altura)	1,4	
3	Con piezas macizas de hormigón translúcido de 6 cm de altura según DIN 4243 (nervios de 5 cm de anchura y 12 cm de altura)	1,95	

7 Placas, placas murales, paredes de pavés
Los valores de cálculo se refieren a paredes sin revocar e incluyen el mortero de las juntas. El peso de las paredes de entramado (véase DIN 4103) se ha de establecer a partir de los valores de cálculo de los diferentes elementos

7.1 Placas murales de hormigón ligero según DIN 18162 y placas murales huecas de hormigón ligero según DIN 18148

Densidad de las placas (g/cm³)	Valor de cálculo por cada cm de grosor kN/m²
a) para placas según DIN 18148	
0,6	0,08
0,7	0,09
0,8	0,1
0,9	0,11
1	0,12
1,2	0,14
1,4	0,15
b) para placas según DIN 18162	
0,8	0,09
0,9	0,1
1	0,11
1,2	0,13
1,4	0,15

7.2 Placas de hormigón gaseoso no armado según DIN 4166

Densidad de las placas (g/cm³)	Valor de cálculo por cada cm de grosor kN/m²
con juntas de grosor normal	
0,5	0,06
0,6	0,07
0,7	0,08
0,8	0,09
en un lecho delgado de mortero	
0,5	0,055
0,6	0,065
0,7	0,075
0,8	0,085

[10] **Nota:** Para forjados de placas con bidireccionales según DIN 1045, los valores de cálculo se han de incrementar con la correspondiente proporción de nervios adicionales

Hipótesis de carga según DIN 1055

7.3 Placas murales de yeso según DIN 18163 y placas de cartón yeso según DIN 1810

Nº	Elemento	Densidad de las placas (g/cm³)	Valor de cálculo por cada cm de grosor kN/m²
1	Placas murales de yeso poroso	0,7	0,07
2	Placas murales de yeso	0,9	0,09
3	Placas murales de cartón yeso		0,11

7.4 Otros tipos de pared

7.4.1 Paredes de placas de hormigón gaseoso armado y curado al vapor, según DIN 4223

Densidad del hormigón (g/cm³)	Valor de cálculo cm de grosor kN/m²
0,5	0,062
0,6	0,072
0,7	0,084
0,8	0,095

7.4.2 Paredes de placas del hormigón de virutas de madera[11]

Nº	Elemento	Valor de cálculo kN/m²
	Hormigón de virutas de madera con una densidad de 0,6 g/cm³	
	Hormigón de relleno de densidad 2,3 g/cm³ grosor de la pared	
	17,5 cm	2,8
	20 cm	3,2
	24 cm	4
	30 cm	4,9

7.4.3 Paredes de placas de hormigón ligero[11]

	Elemento	Densidad g/cm³ 1	1,2	1,4	1,6
	Hormigón ligero con una densidad de 1 hasta 1,6 g/cm³. Hormigón de relleno de densidad 2,3 g/cm³	1	1,2	1,4	1,6
	17,5 cm	3,2	3,3	3,4	3,6
	20 cm	3,7	3,8	4	4,1
	24 cm	4,5	4,7	4,8	5
	30 cm	5,5	5,8	6	6,2

Nº	Elemento	Valor de cálculo kN/m²
	7.4.4 Tabiques de placas de cartón yeso según DIN 18183 P. 1ª	
	Tabiques estándar con relleno de lana mineral	
	trasdosado sencillo	0,35
	trasdosado doble	0,5
	7.4.5 Tabiques de placas de yeso y estuco con relleno de lana mineral (placas de cartón yeso con perfiles metálicos en sentido horizontal)	
	enmasillada	0,5
	con revoco seco	0,7
	7.4.6 Tabiques de placas murales de yeso	
1	Tabiques sencillos 60 mm de grosor	0,55
	80 mm de grosor	0,75
	100 mm de grosor	0,9
2	Tabique doble con 40 mm de relleno con lana mineral 200 mm de grosor total	1,5
3	Tabique doble con relleno de lana mineral incluidos 2 × 50 mm de placas ligeras de virutas de madera y 20 mm de cámara de aire 280 mm de grosor total	1,8
	7.5 Tabiques de pavés según DIN 4242	
	Piezas de pavés según DIN 18175	
	80 mm de grosor	1
	100 mm de grosor	1,25
	7.6 Acristalamiento sin divisiones intermedias	
1	Vidrio sencillo	0,27
2	Vidrio doble	0,54
8	**Revocos**	
1	Revoco sobre tela metálica (tipo Rabitz)	
	30 mm de grosor de mortero yeso	0,5
	mortero de cal, yeso y cal, o yeso y arena	0,6
	mortero de cemento	0,8

Nº	Elemento	Valor de cálculo kN/m²
2	Revoco de yeso y cal sobre enlistonado, metal estirado o tablero de ladrillo y 30 mm de grosor de mortero	0,5
3	Revoco de yeso y cal sobre placas ligeras de lana de madera de 15 mm de grosor y 20 mm de grosor de mortero	0,35
4	Revoco de yeso y cal sobre placas ligeras de lana de madera de 25 mm de grosor y 20 mm de grosor de mortero	0,45
5	Revoco de yeso y cal sobre placas de cartón yeso de soporte de revoco de 9,5 mm de grosor y 8 mm de grosor de mortero	0,23

[11] Nota: se remite a la autorización de la dirección facultativa

Nº	Elemento	Valor de cálculo kN/m²
6	Revoco de yeso y cal sobre doble cañizo incluido el cañizo y las latas y sobre placas de fibras y 20 mm de grosor de mortero	0,41[12]
7	Revoco de yeso 15 mm de grosor	0,18
8	Mortero de cal (20 mm de grosor)	0,35
9	Mortero de cal y cemento (20 mm de grosor)	0,4
10	Mortero aireado (20 mm de grosor)	0,25
11	Revoco de mortero y aglutinante según DIN 4211 (20 mm de grosor)	0,4
12	Revoco de techos (yeso) 29 mm de grosor	0,3
13	Fachada con revoco mineral, 95 mm de grosor formada por: 40 mm de placas aislantes, soporte para el revoco, perfiles Z y 25 mm de enlucido	0,5
14	Revoco de aislamiento térmico de 50 mm formado por: 35 mm de mortero aislante y 15 mm de mortero aireado	0,4
15	Revestimiento de aislamiento térmico formado por 35 mm de placas ligeras de lana mineral 20 mm de revoco de cal y cemento, incluida la tela metálica	0,55
16	Revestimiento de aislamiento térmico formado por: 35 mm de espuma sintética según DIN 18164 10 mm de cola/mezcla de cemento y revoco sintético	0,03
17	Mortero de cemento de 20 mm de grosor	0,42

Nº	Elemento	Valor de cálculo kN/m²
9	**Pavimentos y revestimientos murales**	
1	Revestimiento asfáltico:	
	Hormigón bituminoso	0,24
	Masilla de asfalto	0,18
	Asfalto colado	0,23
	Asfalto en placas grabadas	0,22
2	Placas de revestimiento (también terrazo)	0,24
3	Pavimentos:	
	de anhidrita	0,22
	de yeso	0,2
	de asfalto colado	0,23
	de materiales duros	0,24
	de resina sintética	0,22
	Pavimento de magnesita según DIN 272	
	capa superior transitable ejecutada en una o varias veces	0,22
	capa inferior ejecutada en una o varias veces	0,12
	Pavimento cemento	0,22
4	Placas de vidrio, Placas murales de vidrio, Azulejos de vidrio, Mosaico de vidrio	0,25
5	Caucho	0,15
6	Azulejos cerámicos (incluido el mortero de agarre)	0,19
	Baldosas cerámicas (incluido el mortero de agarre)	0,22
7	Pavimentos de materiales sintéticos	0,15
8	Linóleo	0,13
9	Placas de piedra natural (incluido el mortero de agarre)	0,3
10	Moquetas	0,03
11	Pavimentos deportivos	
	pavimento elástico (incluida capa superior)	0,12[13]
	pavimento flotante	0,3[13]

Nº	Elemento	Valor de cálculo kN/m²
10	**Materiales impermeabilizantes, aislantes y de relleno**	
10.1	**Materiales sueltos**	
1	Fibra de amianto	0,06
2	Grava de pómez, vertida	0,07
3	Mica expandida, vertida	0,015
4	Perlita expandida	0,01
5	Pizarra expandida y arcilla expandida, vertida	0,15
6	Materiales de fibra aislante según DIN 18165 P. 1ª y P. 2ª (p. ej., fibra de vidrio, fibra de escorias o fibra mineral)	0,01
7	Fibras bituminadas, vertidas	0,02
8	Caucho triturado	0,03
9	Cáñamo molido, bituminado	0,02
10	Escorias de altos hornos (pómez siderúrgico) escorias de hulla, ceniza de coque	0,14
11	Arena de escorias de altos hornos	0,1
12	Polvo de diatomeas	0,025
13	Serrín de corcho, vertido	0,02
14	Magnesita, cocida	0,1
15	Espuma sintética	0,005
10.2	**Placas, mantas o láminas**	
1	Cartón de amianto	0,12
2	Placas de asfalto	0,22
3	Fibras aislantes según DIN 18165 P. 1ª en láminas, mantas fieltros o placas	0,01
4	Espuma in situ-resinas de formaldehido-cola de urea	0,001
	según DIN 18165 P. 2ª	0,002 kN/m²
5	Placas de virutas de madera según DIN 68750, DIN 68752 y DIN 68754 P. 1ª	
	duras	0,1
	semiduras	0,08
	blandas	0,04
6	Placas ligeras de lana de madera según DIN 1101	
	15 mm de grosor	0,06
	100 mm de grosor	0,04
7	Placas de polvo de diatomeas	0,025
8	Placas de serrín de corcho impregnado según DIN 18161 P. 1ª bituminado o embreado	0,02
9	Placas ligeras de varias capas según DIN 1104 P. 2ª	
	placas de dos capas	0,045[14]
	placas de tres capas	0,09[14]
10	Placas de serrín de corcho recocido según DIN 18161 P. 1ª	0,012
11	Placas de perlita	0,02
12	Espuma in situ de poliuretano según DIN 18159 P. 1ª	0,004
		0,01 kN/m²
13	Espuma de vidrio (densidad 0,07 g/cm³) en grosores de 4 a 6 cm, recubierta con cartón	0,01
14	Placas de espuma sintética según DIN 18164 P. 1ª y 2ª	0,004

[12] **Nota:** Para revocos sobre base de madera el valor de cálculo se incrementa en 0,1 kN/m²

[13] **Nota:** Valor de cálculo kN/m² invariable para todos los grosores

[14] **Nota:** Valor de cálculo invariable para todos los grosores

Nº	Elemento	Valor de cálculo kN/m²
10.3	**Barreras contra la humedad (sin material de agarre)**	
1	Cartones bituminosos con capa bituminosa en ambos lados según DIN 52126	0,03
2	Láminas bituminosas para impermeabilizar cubiertas según DIN 52130 P. 1ª	0,04
3	Láminas de cartón de fieltro	0,07
4	Láminas impermeables para impermeabilizaciones según DIN 18190 P. 1ª a 5ª	0,04
5	Láminas de fieltro de vidrio bituminoso según DIN 52143	
	recubiertas con arena	0,02
	recubiertas con grava	0,05
6	Láminas sintéticas	0,02
7	Cartón bituminoso según DIN 52129 cartón embreado según DIN 52126	0,02
8	Cartón embreado enarenado por ambas caras según DIN 52121	0,03
9	Cartón especial embreado y cartones bituminosos y embreados según DIN 52140	0,03

Hipótesis de carga según DIN 1055

N°	Elemento	Valor de cálculo kN/m²
11	**Revestimientos de cubiertas** Los valores de cálculo son válidos para 1 m² de superficie de cubierta sin correas, cabios y mortero de agarre	
11.1	**Revestimientos con tejas planas, piezas de hormigón y piezas de vidrio** En los valores de cálculo están incluidas las latas, pero no el mortero. En caso de incluir el mortero, los valores indicados se han de incrementar en 0,1 kN/m²	

N°	Elemento	Valor de cálculo kN/m²
1	Tejas de hormigón nervadas en la cara inferior y encaje longitudinal en la cara superior	
	hasta 10 unidades/m²	0,5
	más de 10 unidades/m²	0,55
2	Tejas de hormigón nervadas en la cara inferior y encaje longitudinal en la cara inferior	
	hasta 10 unidades/m²	0,6
	más de 10 unidades/m²	0,65
3	Tejas flamencas según DIN 456 155/375 y 180/380 mm y Tejas flamencas de hormigón	
	en tejados con esclisas (incluidas las ripias)	0,6
	en cubiertas dobles y de corona	0,75
4	Tejas de encaje, tejas de borde y tejas flamencas de encaje según DIN 456	0,55
5	Tejas de vidrio	Con igual tipo de cubierta respectiva-mente n°. 1 hasta 4
6	Tejas flamencas de gran formato hasta 10 unidades/m²	0,5
7	Tejas flamencas de pequeño formato y formatos especiales (tejas de iglesia, combadas, etc.) según DIN 456	0,95
8	Tejas de doble reborde, tejas flamencas huecas según DIN 456	0,45
9	Tejas de doble reborde, tejas flamencas huecas sobre cartón	0,55
10	Tejas árabes (amorteradas)	0,9
11	Tejas de encaje según DIN 456	0,6

11.2 Cubiertas de pizarra

N°	Elemento	Valor de cálculo kN/m²
1	Empizarrado alemán antiguo y empizarrado en forma de escamas sobre entarimado, incluida la base de cartón y el entarimado	
	cubrición sencilla	0,5
	cubrición doble	0,6
2	Empizarrado inglés (empizarrado en forma rectangular)	
	cubrición doble sobre latas, incluidas las latas	0,45
	sobre un entarimado de 22 mm, incluida la base de cartón y el entarimado	0,55

11.3 Cubiertas metálicas

N°	Elemento	Valor de cálculo kN/m²
1	Cubiertas de aluminio (grosor 0,7 mm, incluido entarimado de 22 mm)	0,25
2	Cubierta de doble empresillado de plancha metálica (0,63 mm de grosor, incluida la capa inferior de cartón y entarimado de 22 mm)	0,3
3	Cubierta de cobre con doble empresillado (plancha de cobre de 0,6 mm de grosor, incluido entarimado de 22 mm)	0,3
4	Cubierta de teja flamenca de acero (chapa galvanizada según DIN 59231)	
	incluidas las latas	0,15
	incluidas la capa inferior de cartón y entarimado de 22 mm	0,3
5	Cubierta de chapa de acero perfilada de sección trapezoidal nervada o doblemente nervada[11]	
	altura del perfil mm / grosor nominal de la chapa mm	
	26: 0,75	0,075
	1	0,1
	1,5	0,15
	70: 0,75	0,11
	1	0,145
	1,5	0,22
	121: 0,75	0,12
	1	0,16
	1,5	0,24

N°	Elemento	Valor de cálculo kN/m²
	Los valores intermedios se pueden interpolar	
6	Cubierta de chapa ondulada (planchas de acero onduladas según DIN 59231, incluido el material de fijación)	0,25
7	Cubierta de cinc sobre rastreles, incluido el entarimado de 22 mm	0,3

11.4 Impermeabilización de cubiertas y revestimientos con láminas bituminosas y láminas sintéticas para cubiertas planas

N°	Elemento	Valor de cálculo kN/m²
1	Capa de nivelación	
	suelta	0,03
	incluido el material de agarre	0,04
2	Impermeabilización	
	impermeabilización de 3 capas, incluida la cola	0,17
	impermeabilización de 2 capas incluida la cola	0,13
	Lámina sintética monocapa, suelta	0,02
3	Cubrición	
	impermeabilización de 2 capas, incluida la cola	0,15
4	Capa de equilibrio del vapor	
	suelta	0,02
	incluida la cola	0,04
5	Capa de barrera contra el valor	
	incluida la cola	0,07
	mediante lámina sintética, suelta	0,02
6	Protección superior	
	5 cm de grava, incluida imprimación de la cubierta	1
	sobrepeso por cada cm adicional	0,19
	de grava, incluido el techo de apoyo	0,2
	imprimación de la cubierta	
	lámina de protección, incluida	0,05
	la cola	0,08
7	Capa de aislamiento térmico, véase apdo. 7.10.2, suplemento de cola	0,015

[11] **Nota:** se remite a la autorización de la dirección facultativa

11.5 Cubiertas especiales

N°	Elemento	Valor de cálculo kN/m²
1	Cubiertas con placas onduladas sintéticas (perfil según DIN 274 P. 1ª a 3ª, sin correas, incluido el material de fijación de resinas de poliestireno (densidad 1,4 g/cm³)[8].	
	Grosor de las placas 1 mm	0,03
	igual que antes, pero con capas de plexiglás (densidad 1,2 g/cm³)[8].	0,06
	grosor de las placas de 3 mm	0,08
2	Tejido de poliéster recubierto con PVC sin estructura portante	
	tipo I (resistencia a rotura: 3 kN/5 cm anchura)	0,0075
	tipo II (resistencia a rotura: 4,7 kN/5 cm anchura)	0,0085
	tipo II (resistencia a rotura: 6 kN/5 cm anchura)	0,01
3	Cubiertas de cañizo o paja, incluidas las latas	0,7
4	Cubierta de chillas, incluidas las latas	0,25
5	Acristalamiento sin carpintería intermedia	
	vidrio sencillo	0,27
	vidrio doble	
6	Cubierta de lona embreada, sin estructura portante	0,03

Nota: las sobrecargas de uso indicadas para las escaleras solo son suficientes para dimensionar cada uno de los peldaños si la construcción de la escalera garantiza una correcta distribución de las cargas (cuando los peldaños están unidos entre sí mediante tabicas, o cuando se apoyan en una zanca que va de descansillo a descansillo, o sobre una losa continua, etc.).
Si no es así, se debe considerar una sobrecarga puntual —según tabla 1, línea 4a, de 150 kp (1,5 kN) o según la tabla 1, línea 5a de 200 kp (2 kN)— aplicada en el punto más desfavorable del peldaño.
Para los peldaños en voladizo se debe comprobar, además, que el empotramiento total en las zancas o paredes de la escalera supuesto en el cálculo responde a la realidad constructiva. En aquellos puntos donde falta el peso de muro necesario para garantizar un grado de empotramiento total, p. ej., debajo de ventanas, deberán adoptarse medidas constructivas adecuadas que garanticen el empotramiento suficiente de la escalera en voladizo (p. ej., jácenas de borde). En aquellas escaleras en las que se prevea la acción de elevadas cargas puntuales (p. ej., fábricas, grandes almacenes, etc.) no se admiten peldaños que no garanticen un reparto suficiente de las cargas.

1.1. Sobrecargas verticales y puntuales de uso en cubiertas

1.1.1. Elementos portantes aislados
En las cubiertas se debe considerar una carga puntual de 100 kp (1 kN), debida al personal que debe acceder a la cubierta para efectuar trabajos de limpieza y mantenimiento. Dicha carga se considerará aplicada en el centro de los elementos que soportan la cubierta (cabios, correas, pares o barras en una malla espacial) cuando la sobrecarga de nieve y viento considerada sea menor a 200 kp (2 kN).

1.1.2. Capa de cubrición
Para la capa de cubrición también es válido el apartado 1.1.1., siempre y cuando sea accesible. En este caso, sin embargo, la anchura de distribución de cargas entre dos placas no puede considerarse mayor a 1 m, siempre y cuando la norma DIN 1045 no disponga otra cosa.
Para placas aligeradas de hormigón armado, véase la norma DIN 4028. Durante su colocación, estos elementos solo se pueden transitar colocando tablones de madera encima.

1.1.3. Chapas de cubierta
En las chapas de cubierta se deben considerar dos cargas puntuales, cada una de 50 kp (0,5 kN), aplicadas a una distancia de los extremos igual a 1/4 de la luz. Para las latas de madera, cuya sección se ha comprobado por lo práctica, no es necesario el cálculo de comprobación si la distancia entre cabios es inferior a 1 m.

1.1.4. Cabios ligeros
Los cabios ligeros se pueden calcular con una carga puntual de 50 kp (0,5 kN) aplicada en el punto más desfavorable, siempre y cuando la cubierta solo sea accesible mediante tablones y escaleras.

1.2. Sobrecargas verticales de uso en forjados con paso de vehículos

1.2.1. Forjados de sótanos, etc.
Los forjados de sótanos, al igual que todos los forjados en los que se prevea el paso de vehículos (a excepción de los forjados comprendidos en el apdo. 6.1. tabla 1) se deben calcular como mínimo de acuerdo con la norma DIN 1072, edición de noviembre de 1967 (tabla 2, clase 6). Sin embargo, a diferencia de la norma 1072, la superficie exterior a la zona principal de rodadura se debe sobrecargar con una carga uniformemente repartida p_1 igual a la considerada en la zona principal de rodadura.
En aquellos casos en los que se prevea el paso de vehículos pesados, p. ej., coches de bomberos, se deben aplicar las cargas según DIN 1072, edición de noviembre de 1967, tabla 2, clase 12 o 30. Esta carga se debe considerar móvil y se debe tener en cuenta la carga adicional debida a las vibraciones, según el apdo. 8.

1.2.2. Forjados con paso de estibadoras de horquilla
Los forjados de talleres, fábricas, almacenes, sótanos de patios y similares, en los que se prevea el paso de estibadoras de horquilla, se deben calcular aplicando la carga puntual de la estibadora en el punto más desfavorable, según la tabla 1, columna 3 y la ilustración 1, y a su alrededor se debe aplicar una sobrecarga uniformemente repartida según la tabla 1 columna 7. Además, los restantes elementos constructivos, sometidos a una sobrecarga uniformemente repartida (sin carga adicional debida a las vibraciones) según la tabla 1 columna 7, se deben calcular para el caso más desfavorable de simultaneidad de cargas —alternancia de cargas—, siempre que la sobrecarga considerada para la superficie de almacenaje no sea más desfavorable. Se tomará el valor más desfavorable
En forjados sometidos a carga de una estibadora de peso mayor al admitido de 13 t, se realizará una comprobación especial.

Hipótesis de carga según DIN 1055, parte 3

Si se prevé que por un forjado circularán tanto estibadoras de horquilla como camiones, se debe considerar la carga mayor. Las cargas indicadas en la tabla 1, columna 3, no pueden considerarse estáticas y, por consiguiente, se debe tener en cuenta la sobrecarga debida a las vibraciones

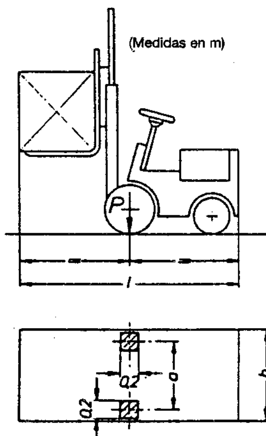


Ilustración 1. Dimensiones de una estibadora de horquilla

1.3. Helipuertos en forjados de cubierta.
Para el cálculo estático de helipuertos en forjados de cubiertas, se deben considerar —teniendo en cuenta el uso previsto— unas cargas de despegue de los helicópteros de 2 t o 6 t, según la tabla 2. Esta carga se debe considerar como una carga móvil puntual aplicada sobre una superficie rectangular y se debe tener en cuenta la sobrecarga debida a las vibraciones en el punto más desfavorable de la sección estudiada. Además, los elementos constructivos se calcularán también para una sobrecarga de uso uniformemente repartida de 500 kp/m² (5 kN/m²) en las condiciones de simultaneidad más desfavorables. Se tomará el valor más desfavorable.

Tabla 2. Helicópteros. Cargas normales

Máxima carga de despegue autorizada t	Peso normal de un helicóptero Mp (kN)	Longitud lados sup. apoyo m
2	2 (20)	0,2
6	6 (60)	0,3

1.4. Fuerzas pendulares verticales
Para las fuerzas pendulares verticales, p. ej., en columpios, aviones y carruseles voladores, etc., véase DIN 4112; para aparatos deportivos de gimnasios, p. ej., anillas, cuerdas de trepar, etc., se aplicará una carga de 200 kp (2 kN) en cada punto de anclaje de las cuerdas (sin considerar la sobrecarga adicional debida a las vibraciones).

2. Sobrecargas horizontales de uso

2.1. Sobrecargas horizontales en antepechos y barandillas a la altura del pasamanos
Las cargas horizontales pueden actuar en cualquier dirección de su plano.

2.1.1. En las escaleras comprendidas en la tabla 1, línea 40, en los balcones y en las galerías abiertas se considerará una sobrecarga de 50 kp/m (0,5 kN/m).

Tabla 1. Estibadoras de horquilla. Medidas de horquilla. Medidas normalizadas

1	2	3	4	5	6	7
Peso total admisible t	Capacidad nominal t	Carga estática por eje (carga normal) *P* Mp (kN)	Anchura de rodadura media *a* m	Anchura total *b* m	Longitud total *l* m	Sobrecarga uso uniformemente repartida (carga normal) kp/m² (kN/m²)
2,5	0,6	2 (20)	0,8	1	2,4	1.000 (10)
3,5	1	3 (30)	0,8	1	2,8	1.250 (12,5)
7	2,5	6,5 (65)	1	1,2	3,4	1.500 (15)
13	5	12 (120)	1,2	1,5	3,6	2.500 (25)

2.1.2. En salas de reuniones, iglesias, escuelas, teatros y cines, locales recreativos, pabellones polideportivos, graderías y escaleras comprendidas en la tabla 1, línea 5a, se considerará una sobrecarga de 100 kp/m (1 kN/m).

2.2. Cargas horizontales para conseguir suficiente resistencia longitudinal y transversal
Además de la sobrecarga de viento indicada y las demás cargas que actúen horizontalmente, se deben considerar las siguientes sobrecargas horizontales en la dirección más desfavorable, para conseguir suficiente resistencia longitudinal y transversal.

2.2.1. En graderías e instalaciones similares, de asientos o localidades de pie, se debe considerar una sobrecarga horizontal equivalente a 1/20 de la sobrecarga vertical aplicada justo encima del suelo.

2.2.2. En los andamiajes se debe considerar una sobrecarga horizontal equivalente a 1/100 de todas las cargas verticales, aplicada a la altura del entarimado.

2.2.3. En elementos, expuestos a vuelco situados en el interior de un edificio y que, por consiguiente, no están sometidos a una sobrecarga de viento, p. ej., en silos interiores aislados, se debe considerar una sobrecarga horizontal equivalente a 1/100 de la carga total, aplicada a la altura del centro de gravedad.

2.3. Fuerzas de frenado y sobrecargas horizontales de grúas y puentes grúa
Las fuerzas de frenado y sobrecargas horizontales de grúas y puentes grúa se deben calcular según la norma DIN 15018 hoja 1 y DIN 4132.

2.4. Choques horizontales en pilares y muros

2.4.1. Choques horizontales en pilares y muros portantes

2.4.1.1. En calles
En pilares y muros portantes (en lo sucesivo denominados elementos portantes) de edificios situados en zonas urbanas, a una distancia inferior a 1 m del bordillo y que, por consiguiente, están sometidos al peligro de recibir el impacto de un vehículo, p. ej., en soportales transitables, se debe considerar una sobrecarga horizontal aplicada a 1,2 m de altura, tanto en sentido longitudinal como transversal del elemento portante, de 50 Mp (500 kN) en las esquinas salientes del edificio y de 25 Mp (250 kN) en los demás elementos portantes del edificio; siempre que no se pueda demostrar que la ausencia del elemento portante no afecte a la estabilidad del edificio. Al calcular los cimientos no es necesario considerar esta sobrecarga de choque. Para los elementos portantes de edificios situados fuera del casco urbano, se debe aplicar la norma DIN 1072.

2.4.1.2. En gasolineras
En los elementos portantes de las cubiertas de gasolineras, que no están situadas junto a un flujo de tráfico continuo, se debe considerar una sobrecarga horizontal, aplicada a 1,2 m de altura del elemento portante en el sentido más desfavorable, de 10 Mp (100 kN) para tener en cuenta el posible choque de un vehículo —incluso si existe un bordillo de protección— siempre que no se pueda demostrar que la ausencia del elemento portante no afecte a la estabilidad del edificio. Al calcular los cimientos no es necesario considerar esta sobrecarga de choque.

2.4.1.3. En garajes, talleres, almacenes y similares
En los elementos portantes de edificios de una a más plantas, en los que por su uso se prevea el paso de camiones o estibadoras de horquilla, se debe considerar una sobrecarga horizontal, aplicada a 1,2 m de altura del elemento portante, de 10 Mp (100 kN) para tener en cuenta el posible choque de un camión, y una sobrecarga horizontal, aplicada a 0,75 m de altura del elemento portante, de 5 veces el peso total autorizado según la tabla 1, columna 1. Si estas sobrecargas horizontales no puede resistirlas un solo elemento, se deben proteger con medidas constructivas adecuadas, p. ej., protecciones suficientemente deformables de acero para evitar el choque, o reduciendo la fuerza de impacto a un valor admisible.

2.4.2. Choques horizontales en elementos de cerramiento no portantes
En los garajes de varias plantas, para prever la posibilidad del choque de un turismo contra las paredes exteriores y contra muros que delimiten patios de luces, etc., así como un choque contra el antepecho de barandillas, plataformas de aparcamiento, etc., se debe considerar una sobrecarga horizontal lineal de 0,2 Mp/m (2 kN/m) actuando hacia el exterior y aplicada a 0,5 m de altura. En los casos en que se prevea el paso de camiones, se deben incrementar los valores antes citados hasta una sobrecarga horizontal lineal de 0,5 Mp/m (5 kN) aplicada a 1,2 m de altura. Este último valor se debe aplicar también en todos los demás edificios de varias plantas en los que se prevea la circulación de camiones. Además, el impacto de camiones, y en especial de estibadoras de horquilla, contra las paredes y antepechos de rampas, se debe evitar colocando bordillos, guardarraíles y elementos similares, a una altura de 0,2 m.

Hipótesis de carga DIN 1055
Valores característicos de sobrecargas verticales para forjados, escaleras, balcones y cubiertas

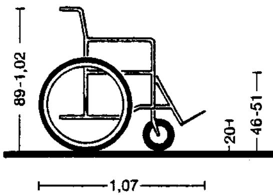
Categoría		Uso	Ejemplos	q_k en kN/m²	Q_k en kN
A	A1	Desvanes perdidos	Desvanes transitables con alturas libres de hasta 1,8 m (no aptos para usos residenciales)	1	1
	A2	Espacios habitables y estancias	Locales y pasillos en edificios de viviendas, habitaciones de hospitales y habitaciones de hotel, incluidos cocinas y baños correspondientes (en caso de suficiente reparto transversal de las cargas)	1,5	-
	A3		como A2, pero sin suficiente reparto transversal de las cargas	2[1]	1
B	B1	Espacios para oficina, trabajo, pasillos	Pasillos en edificios de oficinas, superficies para oficinas, consultorios médicos, salas en hospitales y salas de estar, incluidos los pasillos, establos para animales pequeños	2	2
	B2		Pasillos en hospitales, hoteles, hogares de la tercera edad, internados, etc.; cocinas y salas de tratamiento, incluidos quirófanos sin equipos pesados	3	3
	B3		como B2, pero con equipos y aparatos pesados	5	4
C	C1	Locales, salas de reunión y superficies que pueden servir para la concentración de personas	Superficies con mesas; p. ej., aulas escolares, cafés, restaurantes, comedores, salas de lectura, recibidores	3	4
	C2		Superficies con asientos fijos; p. ej., superficies en iglesias, teatros o cines, salas de congresos, aulas, salas de reunión, salas de espera	4	4
	C3		Superficies transitables libremente; p. ej., superficies de museos, salas de exposición, etc.; zonas de acceso en edificios públicos y hoteles, cubiertas no transitables de sótanos soterrados bajo patios	5	4
	C4		Superficies para deporte y ocio; p. ej., salones de baile, pabellones deportivos, gimnasios y salas de musculación, escenarios	5	7
	C5		Superficies para grandes concentraciones de personas: p. ej., auditorios, terrazas y zonas de acceso, al igual que graderías con asientos fijos	5	4
D	D1	Locales comerciales	Superficies de locales comerciales de hasta 50 m de edificios de viviendas y oficinas y similares	2	2
	D2		Superficies en tiendas y grandes almacenes	5	4
	D3		Superficies como D2, pero con cargas puntuales elevadas debido a estanterías altas de almacenaje	5	7
E	E1	Fábricas y talleres, establos, almacenes y accesos, superficies con concentraciones cuantiosas de personas	Superficies en fábricas[2] y talleres[2] de producción ligera, superficies en establos de ganado mayor	5	4
	E2		Superficies de almacenaje, incluidas bibliotecas	6[3]	7
	E3		Superficies en fábricas[2] y talleres[2] de producción mediana o pesada, superficies de uso frecuente por concentraciones cuantiosas de personas, graderías sin asientos fijos	7,5[3]	10
T[4]	T1	Escaleras y rellanos	Escaleras y rellanos de las categorías A y B1 sin tránsito apreciable de personas	3	2
	T2		Escaleras y rellanos de la categoría B1 con tránsito de personas considerable, de las categorías B2 a, al igual que todas las escaleras que sirven como recorrido de evacuación	5	2
	T3		Accesos y escaleras de graderías sin asientos fijos, que sirven de recorrido de evacuación	7,5	3
Z[4]		Accesos, balcones y similares	Cubiertas en terrazas, galerías, porches, etc., balcones, mesetas de escaleras de salida	4	2
H		Cubiertas no transitables[5]		-	1

[1] Para la transmisión de cargas a elementos portantes se permite la reducción del valor indicado a 0,5 kN/m².
[2] Las sobrecargas en fábricas y talleres normalmente se consideran cargas muertas. En casos aislados deben clasificarse las cargas repetitivas —según las circunstancias— como cargas vivas.
[3] Estos valores son valores mínimos, según las circunstancias deben tenerse en cuenta valores mayores.
[4] Para las combinaciones de acciones según DIN 1055-100 deben clasificarse las acciones según las categorías de uso del edificio correspondiente o parte de él.
[5] Transitable para mantenimiento y reparaciones.

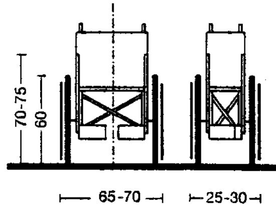
Hipótesis de carga DIN 1055
Valores característicos de sobrecargas verticales para aparcamientos y superficies con tráfico rodado

Categoría		Uso	Superficie de aplicación A en m²	q_k en kN/m²	Q_k en kN
F	F1	Superficies para tráfico rodado y estacionamiento de vehículos ligeros con una carga total ≤ 25 kN	≤ 20	3,5	20
	F2		> 20 ≤ 50	2,5	20
	F3		> 50	2	20
	F4	Rampas de acceso	≤ 20	5	20
	F5		≤ 20	3,5	20

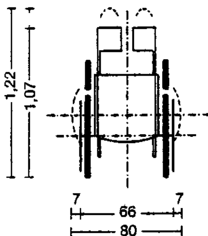
En las categorías F2, F3 y F5 también puede ser determinante que, en lugar del peso por eje $2 \times Q_k = 20$ kN, la carga puntual en el cálculo de acciones locales sea $2 \times Q_k = 10$ kN. Esto puede afectar, p. ej., al punzonado bajo carga de rueda o a la resistencia al esfuerzo cortante en el borde de la losa.



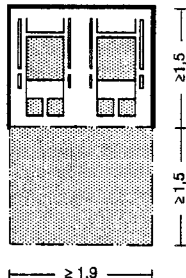
❶ Alzado lateral de una silla de ruedas estándar



❷ Alzado frontal y plegada



❸ Planta



❹ Espacio necesario y superficie de movimiento para sillas de ruedas

Conceptos básicos para el proyecto

DIN 18024-2 (Edificios públicos y lugares de trabajo), DIN 18025-1 (Viviendas para personas en silla de ruedas) y la norma DIN 18025-2 (Viviendas sin barreras arquitectónicas).

La DIN 18024 tiene como fin el proyecto, ejecución y equipamiento de edificios públicos, o partes de ellos, lugares de trabajo y espacios públicos. Los edificios tienen que ser accesibles y estar libres de barreras arquitectónicas para todas las personas. Los usuarios deben poder manejarse por el edificio sin ayuda ajena. Esto se aplica especialmente para usuarios de silla de ruedas, invidentes y personas con deficiencias, sordos o con alguna discapacidad auditiva, personas con otro tipo de discapacidades, personas mayores, niños, personas de estatura pequeña y grande.

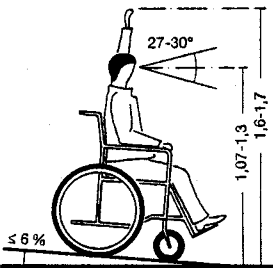
Espacios de maniobra

Son los espacios necesarios para moverse en silla de ruedas y se dimensionan según los espacios mínimos requeridos por los usuarios de sillas de ruedas. La silla de ruedas → ❶ - ❹ y el espacio de maniobra → ❾ - ⓬ son los módulos necesarios para el cálculo del espacio. Las dimensiones de los espacios de maniobra oscilan entre 0,9 y 1,8 m y pueden solaparse, exceptuando la zona frente a los ascensores. Para que pueda producirse un cambio de dirección, debe preverse un largo y un fondo de 1,5 m como mínimo en cada espacio. Para espacios de maniobra, véanse también las páginas siguientes.

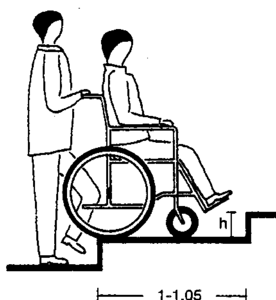
ARQUITECTURA ACCESIBLE

Medidas para usuarios de silla de ruedas
DIN 18024
DIN 18025
Viviendas sin barreras arquitectónicas según la ordenanza alemana MBO

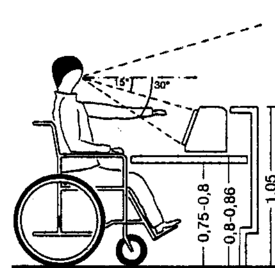
véanse también ascensores



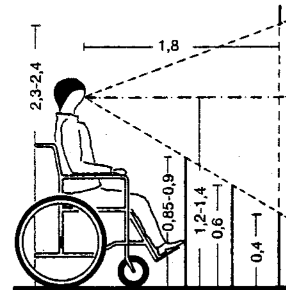
❺ Silla de ruedas en plano inclinado



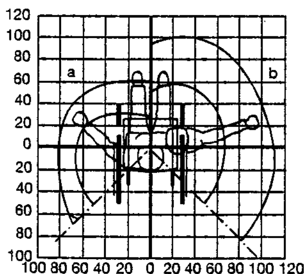
❻ En una escalera



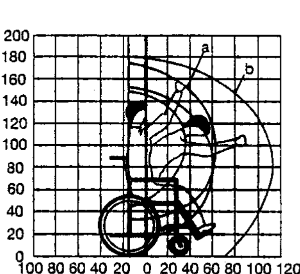
❼ Espacio de trabajo delante de un monitor



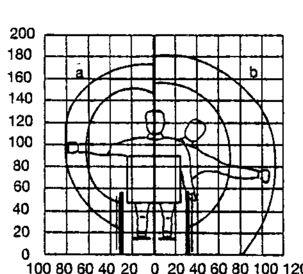
❽ Junto a una ventana



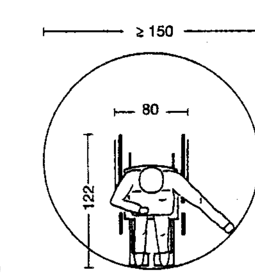
❾ En planta



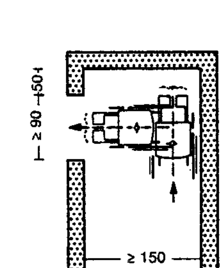
❿ En alzado



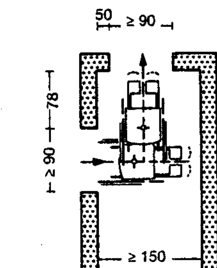
⓫ Desde atrás



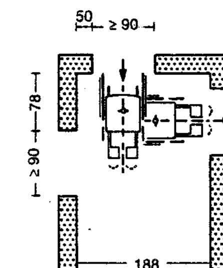
⓬ Espacio mínimo de giro



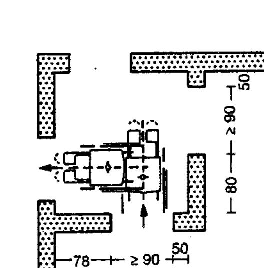
⓭ Anchura de paso con 1 puerta



⓮ Con 2 puertas



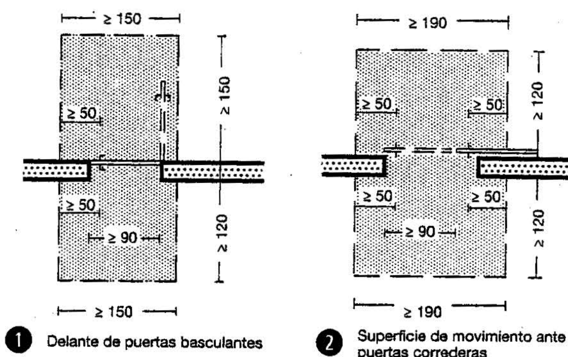
⓯ Con 3 puertas



⓰ Con 4 puertas

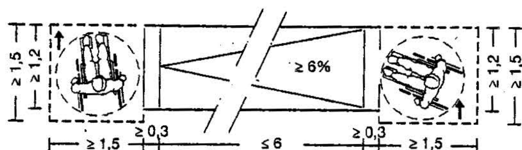
ARQUITECTURA ACCESIBLE

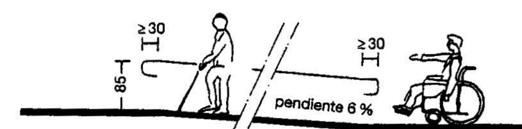
EDIFICIOS PÚBLICOS SEGÚN DIN 18024



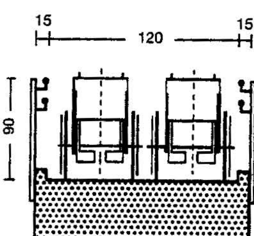
❶ Delante de puertas basculantes

❷ Superficie de movimiento ante puertas correderas

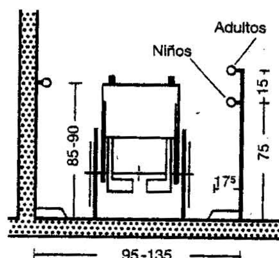




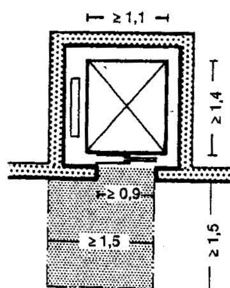
❸ Rampa



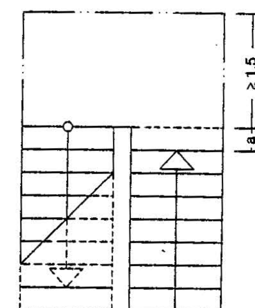
❹ Rampa, sección transversal



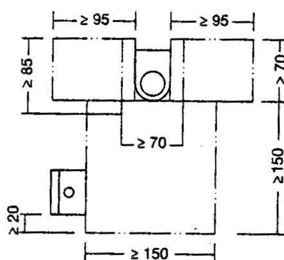
❺ Dimensiones en pasillos y pasos



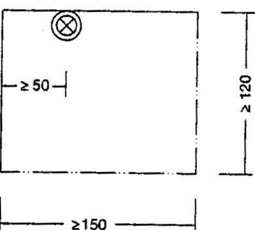
❻ Medidas libres en la cabina de un ascensor y superficie de movimiento delante de las puertas



❼ Espacio de maniobra frente al arranque y los descansillos de escaleras



❽ Solape de los espacios de maniobra en los sanitarios



❾ Espacio de maniobra al lado de elementos de uso

Espacios de maniobra

Son los espacios necesarios para moverse en silla de ruedas. Estos espacios pueden solaparse, a excepción de las superficies frente a las puertas de los ascensores.

Espacios de maniobra (mínimo 1,5 m de ancho y 1,5 m de largo) en todas las piezas para poder girar en las mesetas de embarque y desembarque de rampas, frente a cabinas telefónicas, teléfonos públicos, taquillas, pasos, cajas registradoras, controles, buzones, máquinas expendedoras, interfonos y porteros automáticos.

Espacios de maniobra (mínimo 1,5 m de ancho) en pasillos, caminos principales y enfrente de arranques y desembarque de escaleras.

Espacios de maniobra (mínimo 1,5 m de largo) enfrente de elementos terapéuticos (p. ej., bañeras, camillas), frente al espacio para la silla de ruedas, flanqueando el lateral del coche del usuario en plazas de aparcamiento → pág. 35 ❿.

Espacios de maniobra (mínimo 1,2 m de ancho) cuando flanquean equipamientos a los que se deba acceder usuarios en silla de ruedas, entre los protectores de una rampa y al lado de instrumentos que el usuario deba manipular.

Espacios de maniobra (mínimo 0,9 m de ancho) en huecos de paso entre cajas registradoras y controles y en caminos secundarios.

Accesibilidad sin barreras arquitectónicas

Todas las plantas de un edificio proyectado sin barreras arquitectónicas tienen que ser accesibles sin peldaños; es decir, mediante ascensor o rampa.

Ascensores

Las cabinas de ascensores tienen que tener un ancho libre de 1,1 m y un fondo libre de 1,4 m. El espacio de maniobra ante las puertas del ascensor tiene que ser tan grande como la superficie de la cabina (como mínimo 1,5 de ancho y 1,5 de largo) → ❻. No deben solaparse con zonas de paso y otros espacios de maniobra.

Rampas

Pueden tener una pendiente máxima del 6 % → ❸. Las rampas de más de 6 m de longitud requieren una meseta intermedia de 1,5 m de largo como mínimo. La rampa y la meseta deben tener bandas protectoras de 10 cm de altura y pasamanos (Ø 3-4,5 cm) a una altura de 85 cm. El ancho libre de la rampa tiene que tener como mínimo 1,2 m. Las bandas protectoras y los pasamanos tienen que prolongarse 30 cm en horizontal en la zona de las mesetas. No debe situarse una escalera en bajada a continuación del tramo de la rampa.

Escaleras

El espacio de maniobra debe tener 1,5 m de anchura en el arranque y desembarco de escaleras, sin contar la superficie del último peldaño → ❼.

Puertas

La anchura libre de paso de puertas debe ser ≥ 0,9 m → ❶ + ❷. En aseos, duchas y vestuarios, las puertas deben abrirse hacia afuera.

Aseos

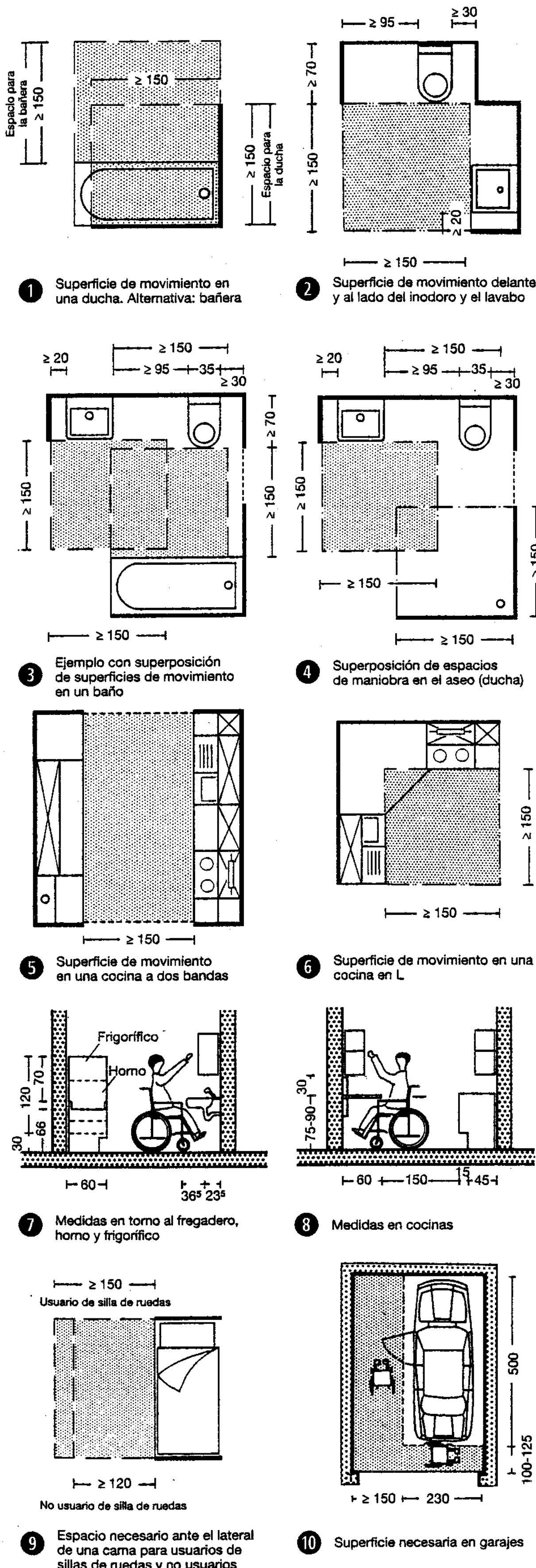
En cada aseo o instalación sanitaria debe preverse al menos un aseo apto para usuarios de silla de ruedas. La altura del asiento del inodoro debe ser 48 cm → ❽.

Pasillos y cruces

Los pasillos y recorridos de más de 15 m de longitud tienen que disponer de espacios de cruce de 1,8 de largo y fondo, como mínimo, por si coinciden dos sillas de ruedas.

Espacio para dejar la silla de ruedas

Cada usuario debe tener espacio para dejar la silla de ruedas, preferiblemente en la zona de acceso. Espacio necesario y espacio de maniobra → pág. 33 ❹.



❶ Superficie de movimiento en una ducha. Alternativa: bañera

❷ Superficie de movimiento delante y al lado del inodoro y el lavabo

❸ Ejemplo con superposición de superficies de movimiento en un baño

❹ Superposición de espacios de maniobra en el aseo (ducha)

❺ Superficie de movimiento en una cocina a dos bandas

❻ Superficie de movimiento en una cocina en L

❼ Medidas en torno al fregadero, horno y frigorífico

❽ Medidas en cocinas

❾ Espacio necesario ante el lateral de una cama para usuarios de sillas de ruedas y no usuarios

❿ Superficie necesaria en garajes

ARQUITECTURA ACCESIBLE

VIVIENDAS SIN BARRERAS ARQUITECTÓNICAS SEGÚN DIN 18025

Espacios de maniobra (mín. 1,5 m de ancho y 1,5 m de largo) para el cambio de dirección en todas las piezas (a excepción de cuartos pequeños, donde el usuario de silla de ruedas puede moverse hacia adelante y atrás), en duchas → ❶ + ❹, delante del inodoro y del lavabo → ❷ - ❹, en el porche, frente a las puertas de los ascensores, en el arranque y desembarco de rampas, y frente a los contenedores para la recogida de residuos.

Espacios de maniobra (mín. 1,5 m de largo) delante del lateral de la cama de un usuario de silla de ruedas → ❾, delante de armarios y muebles de cocina → ❺ - ❽, del lateral de acceso a la bañera → ❶ + ❸, del lado largo de un automóvil, frente a la puerta → ❿.

Espacios de maniobra (mín. 1,5 m de ancho) entre paredes en el exterior de la vivienda, en el arranque y desembarco de escaleras, sin contar la superficie del último peldaño.

Espacios de maniobra (mín. 1,2 m de ancho) a lo largo de muebles a los que el usuario de silla de ruedas accede lateralmente, al lado del larguero de una cama para personas sin discapacidad → ❾, entre las paredes en el interior de la vivienda, frente al elementos que deben manipularse → pág. 34 ❾, entre las barras protectoras de una rampa → pág. 34 ❸ y en los caminos de una urbanización.

Accesibilidad sin barreras arquitectónicas

Todas las piezas de una vivienda y las instalaciones comunitarias del edificio tienen que tener acceso sin barreras arquitectónicas, dado el caso, mediante un ascensor → pág. 34 ❻ o por una rampa → pág. 34 ❸. En las puertas deben evitarse umbrales y resaltes en el hueco de paso; en caso de ser indispensables, no deben sobrepasar los 2 cm de altura.

Espacio para dejar la silla de ruedas

Para cada usuario de silla de ruedas debe proyectarse un espacio libre, preferiblemente en la zona de acceso a la vivienda, con objeto de poder dejar la silla de ruedas de calle y cambiarse a la de casa. Espacio necesario y espacio de maniobra → pág. 34 ❾.

Aseo

El aseo debe disponer de un plato de ducha apto para silla de ruedas. Es conveniente que exista la posibilidad de colocar una bañera en lugar de la ducha. El espacio de maniobra a izquierda o derecha del inodoro debe ser de 95 cm de ancho y 70 cm de fondo como mínimo. En un lado del inodoro tiene que guardarse una distancia mínima de 30 cm a las paredes o las instalaciones → ❷ - ❹. El barrido de las puertas no debe ser hacia el interior del aseo.

Cocina

Los elementos principales —frigorífico, encimera, cocina y fregadero— tienen que estar lo más cerca posible entre sí. Deben disponer del espacio necesario libre de obstáculos para acceder a ellos en silla de ruedas. Para tener el suficiente espacio debajo del fregadero es necesario que el sifón esté embutido en la pared o adosado a ella. Las encimeras tienen que ser accesibles al usuario de silla de ruedas y no deben colocarse armarios altos. El área de actividad en sentido horizontal es de unos 60 cm, el vertical entre 40 y 140 cm. La altura óptima debe adaptarse al discapacitado (aprox. 75-90 cm) y la altura de montaje tendrá en cuenta las necesidades del usuario → ❼ + ❽.

Plaza de estacionamiento de coche

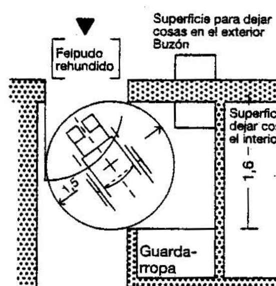
Cada vivienda tiene que disponer de una plaza cubierta de aparcamiento para el coche. Al lado del coche debe haber un espacio de maniobra de 1,5 m de fondo → ❿.

ARQUITECTURA ACCESIBLE

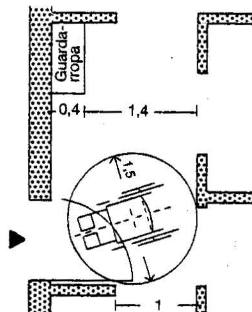
Medidas para usuarios de silla de ruedas DIN 18024
DIN 18025
Viviendas sin barreras arquitectónicas según la ordenanza alemana MBO

ARQUITECTURA ACCESIBLE

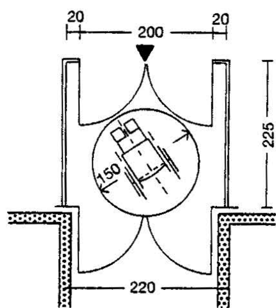
VIVIENDAS SEGÚN DIN 18025



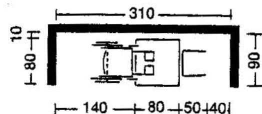
❶ Vestíbulo profundo con guardarropa



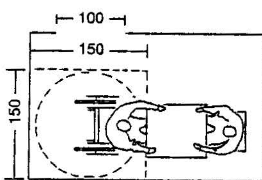
❷ Acceso en diagonal



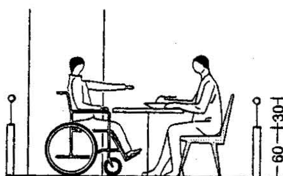
❸ Cortavientos con puerta de dos hojas



❹ Disposición de la mesa de comer para 2 a 4 personas



❺ Espacio libre: planta



❻ Espacio libre: alzado

Viviendas adaptadas para usuarios en sillas de ruedas

Los usuarios en silla de ruedas tienen que poder acceder a todas las piezas de la vivienda y a todos los locales comunes del bloque, además de poder utilizar todas las instalaciones. Los usuarios deben poder manejarse por el edificio sin ayuda ajena. Esto se aplica especialmente para usuarios de silla de ruedas, y personas con deficiencias visuales, auditivas o de otro tipo, personas mayores, niños, personas de estatura pequeña y grande. Para girar 180 grados, un usuario de silla de ruedas necesita como mínimo 1,5 m² → ❶ + ❷. Este espacio determina las dimensiones y los espacios de maniobra en pasillos, estancias, garajes, etc. En los edificios de viviendas de alquiler, los accesos suelen efectuarse a través de pasillos. En dichos casos, deben evitarse los ángulos y esquinas excesivos; siempre es preferible un pasillo recto. La superficie mínima de los pasillos de acceso debe ser de 1,5 × 1,5 m, y los cortavientos con puertas de una hoja de 1,7 × 1,7 m. Al menos en una estancia de la vivienda debería preverse una ventana transparente a partir de una altura de antepecho de 60 cm. Como accesorios extra para inquilinos invidentes es importante disponer de un interfono en la entrada de la vivienda y en la puerta de la casa.

Zonas de estar

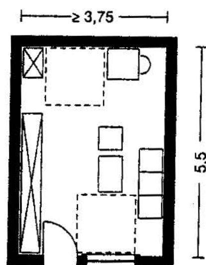
Debe preverse un espacio suficiente para la libre circulación del usuario de silla de ruedas y, como mínimo, debe haber espacio suficiente para dos usuarios más. Las superficies mínimas del salón comedor deben ser: 22 m² en viviendas para una persona, 26 m² para 2-4 personas, 28 m² para 6 personas, y ancho mínimo de las piezas de una vivienda para una o dos personas de 3,75 m.

Porches

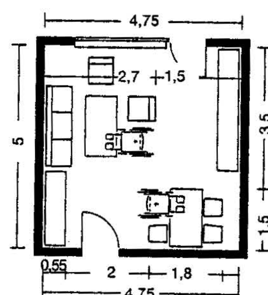
Cada vivienda debe tener un porche, terraza, galería o balcón de mínimo 4,5 m². Los espacios de maniobra tienen que medir como mínimo 1,5 m de ancho y 1,5 m de fondo → ❺.

Superficie útil adicional

Cada usuario de silla de ruedas requiere de una superficie útil adicional respecto a una vivienda normal, que generalmente es de unos 15 m².

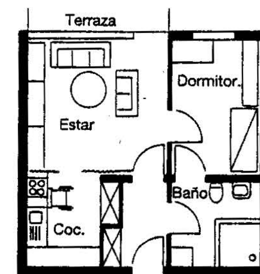


❼ Sala de estar para 1-2 personas

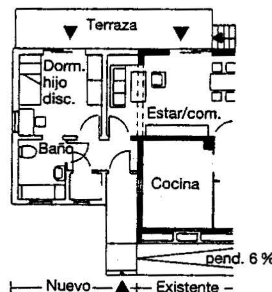


❽ Sala de estar, con comedor, para 4-5 personas, 23,75 m²

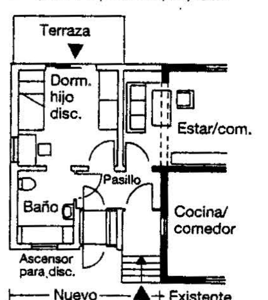
❾ Apartamento para usuario de silla de ruedas, 40-45 m²



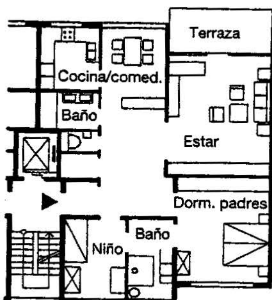
❿ Vivienda para usuario de silla de ruedas, 50-55 m²



⓫ Anexo para hijo en silla de ruedas en una casa pareada existente. Rampa para salvar el desnivel



⓬ Instalación de un ascensor para persona en silla de ruedas



⓭ Vivienda para 3 personas, pareja en silla de ruedas



⓮ Vivienda para 3 personas, pareja en silla de ruedas

ARQUITECTURA ACCESIBLE

VIVIENDAS SIN BARRERAS ARQUITECTÓNICAS (SEGÚN ORDENANZA ALEMANA, MBO)

ARQUITECTURA ACCESIBLE

Medidas para usuarios de silla de ruedas
DIN 18024
DIN 18025
Viviendas sin barreras arquitectónicas según la ordenanza alemana MBO

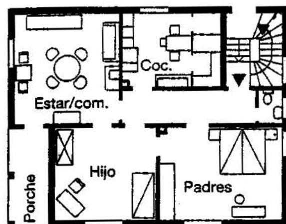
Arquitectura accesible

1) En edificios con más de dos plantas, una de ellas debe ser accesible y carecer de barreras arquitectónicas. En ellas, debe poder accederse en silla de ruedas a la sala de estar y los dormitorios, a un aseo, un baño y una cocina.

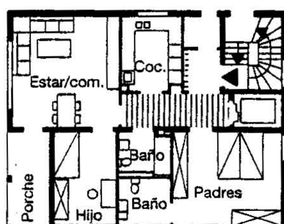
2) Las zonas de atención al público de edificios públicos deben ser accesibles sin barreras arquitectónicas y sin ayuda ajena para personas con discapacidades, de la tercera edad y con carritos de niños. Dichas exigencias tienen especial validez en centros culturales y educativos, instalaciones deportivas y de recreo, centros sanitarios, oficinas, Administraciones y juzgados, comercios y restaurantes, aparcamientos, garajes e instalaciones sanitarias.

3) Según el párrafo segundo, los edificios tienen que ser accesibles a través de una entrada sin desnivel y con una anchura libre de paso mínima de 0,9 m. Delante de las puertas se requiere un espacio de maniobra suficientemente grande. Las rampas tienen que tener una pendiente inferior al 6 %, una anchura mínima de 1,2 m, así como pasamanos firmes y antideslizantes en ambos laterales. En los extremos de la rampa debe preverse una meseta de embarque y desembarque, y una intermedia cada 6 m. Las mesetas tendrán una longitud mínima de 1,5 m. Las escaleras deben disponer de pasamanos a ambos lados, que se prolongarán a lo largo de descansillos y huecos de ventana, además de sobrepasar los últimos peldaños. Las escaleras deben tener contrahuellas. La anchura mínima de pasillos será de 1,5 m. Un aseo tiene que ser apto y accesible para usuarios de silla de ruedas, y estar debidamente señalizado.

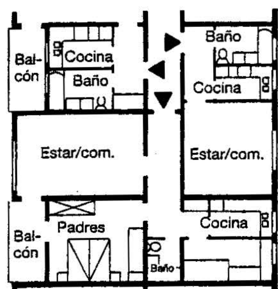
4) Los párrafos 1-3 no tienen vigor si las exigencias solo pueden cumplirse con un esfuerzo desproporcionado debido a las difíciles condiciones del terreno, a la instalación de un ascensor que en otras circunstancias no hubiera sido necesario, a edificios existentes o teniendo en cuenta la seguridad de personas ancianas o con discapacidades.



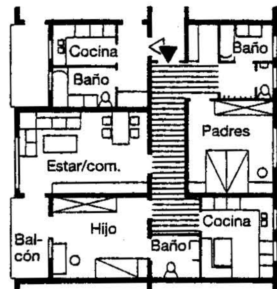
❶ Vivienda pareada antes de su transformación → ❷



❷ Vivienda pareada después de ser adaptada para silla de ruedas



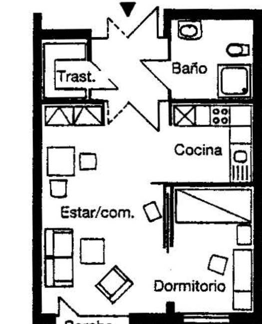
❸ Viviendas de 1 estancia y 1 1/2 habitaciones antes de ser transformada (hijo invidente) → ❹



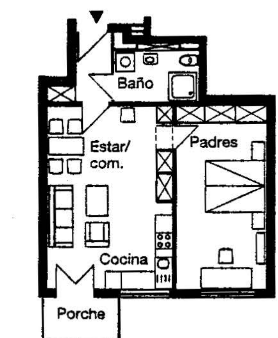
❹ Vivienda de una estancia y dos habitaciones después de ser transformada



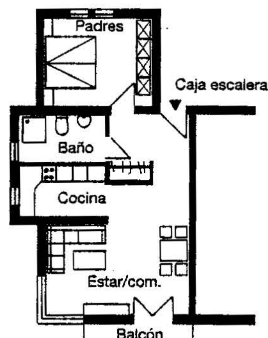
❺ Vivienda de un espacio de 40 m²



❻ Vivienda de un espacio de 45 m²



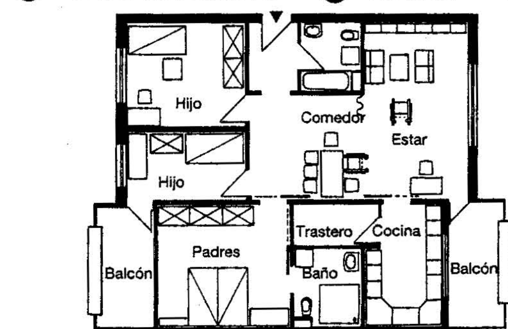
❼ Vivienda de un dormitorio, 54 m²



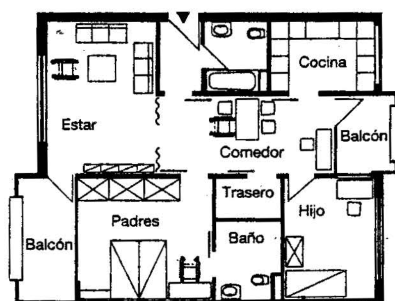
❽ Vivienda, 60 m²

	1 Persona	2 Personas	3 Personas
Sala de estar	20	20	22
Comedor	6	6	10
Dormitorio	16	24	16
Hijo (1 cama)	-	-	14
Baño	6	7	7
Cocina	8	9	9
Pasillo	5	6	6
Trastero	1	1	1,5
Trast. (silla ruedas eléctr.)	6	6	6
Sitio máquina de lavar	1	1	1
Superficie	**69**	**80**	**98,5**

❾ Dimensiones orientativas para viviendas con un usuario de silla de ruedas, superficie habitable en m² (determinación del espacio necesario www.nullbarriere.de, según DIN 18025/1)



❿ Vivienda de dos dormitorios, 95 m²



⓫ Vivienda de tres dormitorios, 110 m²

El hombre realiza objetos para servirse de ellos, por eso las medidas están en relación con su cuerpo. Antiguamente sus extremidades eran la base lógica de todas las **unidades de medida.**

Aun actualmente nos hacemos una idea más clara del tamaño de un objeto si nos dicen que mide tantos hombres de altura, tantos codos de longitud y tantos pies de anchura.

Éstos son conceptos innatos, cuya magnitud llevamos, por así decirlo, en las venas.

Pero la adopción del **metro** supuso el fin de las medidas antropométricas.

Por consiguiente, necesitamos tener una idea precisa y clara de esta unidad. Esto es lo que hacen los promotores cuando miden los espacios de un edificio existente para hacerse una idea de las medidas de los planos. Quien quiera aprender construcción, debería empezar haciéndose una idea clara del tamaño de los espacios y de los objetos que contienen y practicar esta capacidad para que, al ver cualquier línea o acotación en un plano, sepa ver el tamaño real del mueble, espacio o edificio a proyectar.

Cuando al lado de un objeto vemos una **persona,** ya sea dibujada o real, en seguida nos hacemos una idea correcta de su tamaño. Es una característica de nuestra época mostrar sin personas los edificios y espacios interiores en las fotografías de las revistas especializadas.

A menudo, a partir de estas fotografías nos hacemos una idea equivocada del tamaño de estos edificios, y nos asombramos de lo diferentes que son en la realidad, generalmente más pequeños. Éste creo que es el motivo de la usual falta de relación entre los edificios, ya que los proyectistas parten de escalas diferentes y arbitrarias y no toman en consideración la única correcta: el hombre.

Si queremos que esta situación cambie, se ha de enseñar al **proyectista** de dónde han surgido las dimensiones, para evitar que las adopte de forma irreflexiva.

Tiene que saber qué relación tienen las partes de una persona bien formada y qué espacio ocupa en diferentes posiciones y al moverse.

Tiene que saber qué medidas tienen los **objetos**, vestidos, etc., de los que se rodea el hombre, para que pueda fijarse el tamaño adecuado de los contenedores y muebles.

Debe saber cuánto **sitio** necesita el hombre, entre los muebles, en la cocina, en una biblioteca, etc., para desarrollar sus tareas con comodidad, pero sin desperdiciar inútilmente el espacio.

Debe saber cómo ha de situarse correctamente el **mobiliario,** para que las personas puedan desempeñar sus actividades domésticas y laborales con comodidad.

Por último, debe saber cuáles son las dimensiones mínimas de los **espacios** en los que se desplaza a diario: trenes, tranvías, automóviles, etc.

De estos espacios, por lo general estrechos, tiene ideas claras y de ellos extrae, a menudo inconscientemente, las medidas que aplica al resto de los espacios.

Pero el hombre no es solo un ser vivo que necesita espacio. Su faceta sensible es también muy importante. Cómo se dimensiona, se subdivide, se pinta y se accede a un espacio es de gran importancia, pues condiciona su manera de percibirlo.

En 1926, partiendo de todas estas reflexiones, empecé a reunir las experiencias acumuladas a través de una larga actividad profesional y docente.

Basándome en ellas he construido el presente libro, que parte del hombre y proporciona las bases para dimensionar los edificios y sus elementos constructivos. Es la primera vez que muchas de estas cuestiones fundamentales se han analizado, desarrollado y valorado.

Las posibilidades que la técnica ofrece en la actualidad se han incorporado en todo su alcance, y se han tenido en cuenta las **normas** alemanas en el campo de la construcción. La descripción se ha limitado a lo imprescindible y, siempre que ha sido posible, se ha complementado o sustituido por dibujos ilustrativos.

Con ello, el proyectista dispone, de forma concisa y ordenada, de la información que necesita para proyectar; información que, de otra manera, tendría que buscar trabajosamente en varias publicaciones o midiendo edificios ya construidos.

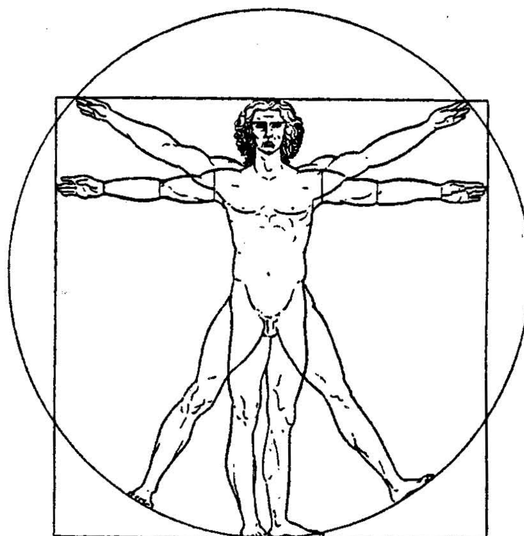
Se ha puesto especial énfasis en proporcionar solo un resumen, los datos y experiencias más importantes y algunos edificios ya construidos que he considerado suficientemente representativos como modelo universal.

Por lo general, a excepción de determinadas normas, cada encargo es diferente y el arquitecto debería estudiarlo y analizarlo de manera específica y darle una nueva forma.

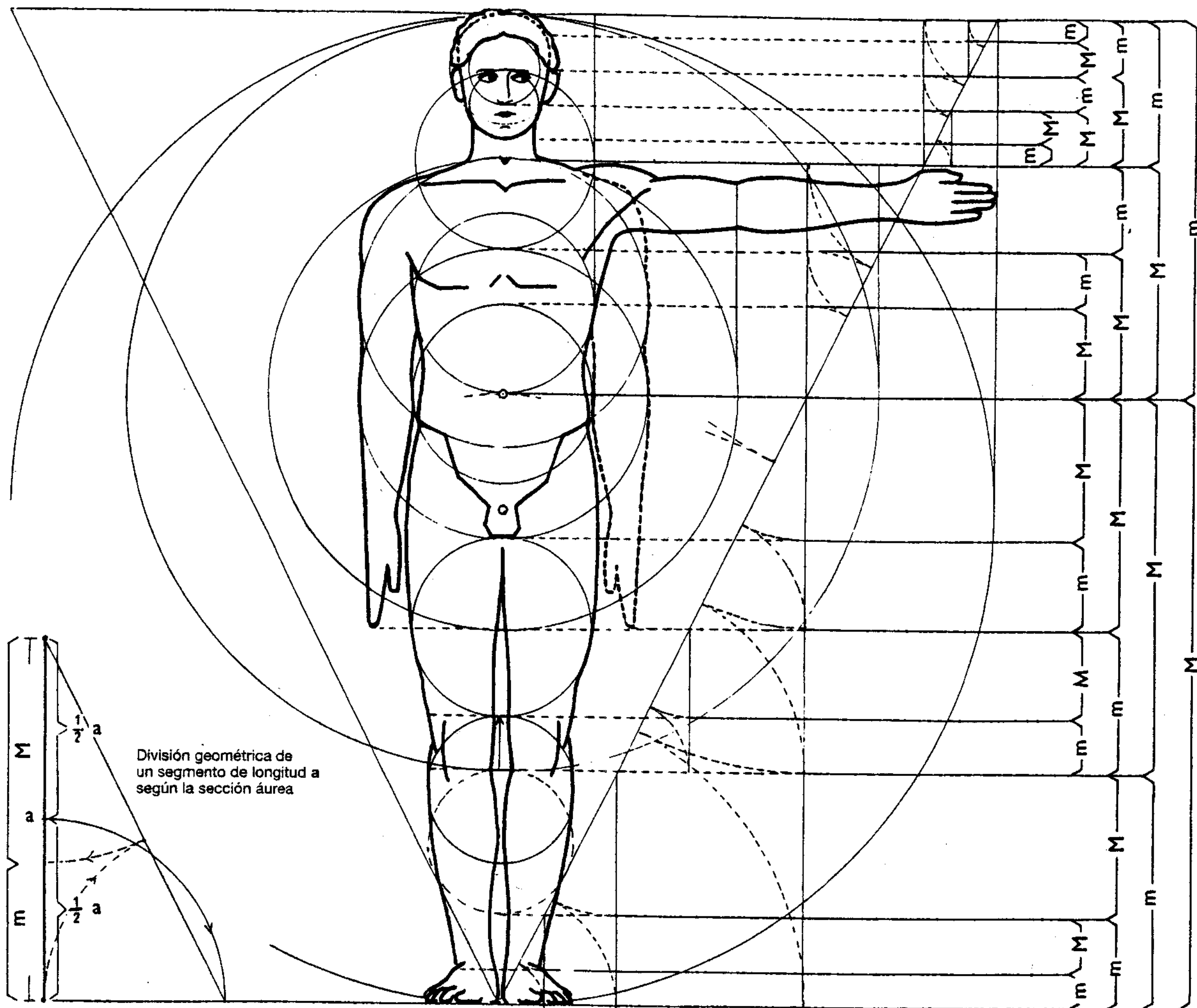
Solo así es posible un progreso de acuerdo con el espíritu de cada tiempo.

Los edificios existentes conducen con facilidad a la copia o, al menos, crean ideas fijas, de las que el arquitecto, cuando se ocupa de una tarea parecida, solo puede apartarse con dificultad. Pero si al arquitecto creativo, tal como se pretende aquí, solo se le facilitan los elementos básicos, se verá obligado a tejer él mismo el tramado intelectual que establezca una unidad creativa en todas las facetas de su trabajo.

Por último, los elementos citados no se han extraído y reunido más o menos arbitrariamente a partir de una serie de publicaciones, sino que se han elaborado de forma sistemática a partir de la bibliografía existente y teniendo en cuenta los datos que son necesarios para cada tarea arquitectónica. Estos datos se han comprobado en edificios conocidos del mismo tipo, y cuando ha sido necesario, se han calculado mediante modelos y experimentos, siempre con el objetivo de ahorrar al proyectista toda esta búsqueda para que pueda dedicar tiempo suficiente al aspecto formal de su trabajo.



1 Leonardo da Vinci: canon de la proporción humana



Proporciones del cuerpo humano
Basadas en los estudios de A. Zeising

El canon más antiguo conocido sobre las proporciones del hombre se ha encontrado en una tumba de las pirámides de Menfis (aproximadamente 3000 años a. de C.).

Por consiguiente, al menos desde aquella época, tanto científicos como artistas, se han interesado por el estudio de las proporciones métricas del cuerpo humano.

Conocemos el canon de la época de los faraones, el del tiempo de Ptolomeo, el de los griegos y romanos, el canon de Policleto, que durante tanto tiempo se tomó como modelo, los datos de Alberti, Leonardo da Vinci, Miguel Ángel y de los hombres de la edad media y, sobre todo, la conocida obra de Alberto Durero.

En los trabajos citados, el cuerpo humano se mide comparándolo con la longitud de la cabeza, la cara o el pie, que más adelante se subdividieron y se relacionaron entre sí, de manera que llegaron a emplearse en la vida cotidiana. Hasta hace poco, el codo y el pie aún eran unidades de medida corrientes.

Los datos de Durero alcanzaron una gran difusión: parten de la altura del hombre y marcan las siguientes subdivisiones:

$\frac{1}{2}$ h = altura de la cabeza y el tronco desde la horcajadura,

$\frac{1}{4}$ h = altura de la pierna desde el tobillo hasta la rodilla y distancia del ombligo al mentón,

$\frac{1}{6}$ h = longitud del pie,

$\frac{1}{8}$ h = altura de la cabeza desde el canto inferior del mentón y distancia entre los pezones,

$\frac{1}{10}$ h = altura y anchura de la cara (incluidas las orejas) y distancia entre la muñeca y el extremo del dedo corazón,

$\frac{1}{12}$ h = anchura de la cara a la altura de la base de la nariz y anchura de la pierna encima de la rodilla, etc.

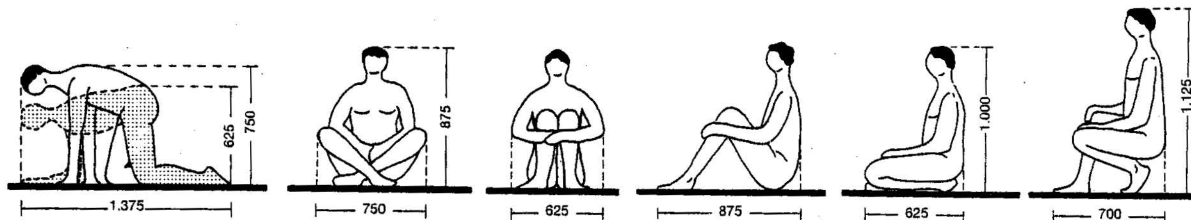
Las subdivisiones llegan hasta $\frac{1}{40}$ h.

En el siglo pasado, A. Zeising emprendió un amplio estudio de las proporciones del cuerpo humano basándose en la sección áurea. Por desgracia, sus trabajos no recibieron la debida atención hasta hace muy poco tiempo, cuando el conocido investigador en este campo, E. Moessel apoyó sus investigaciones en el método elaborado por A. Zeising.

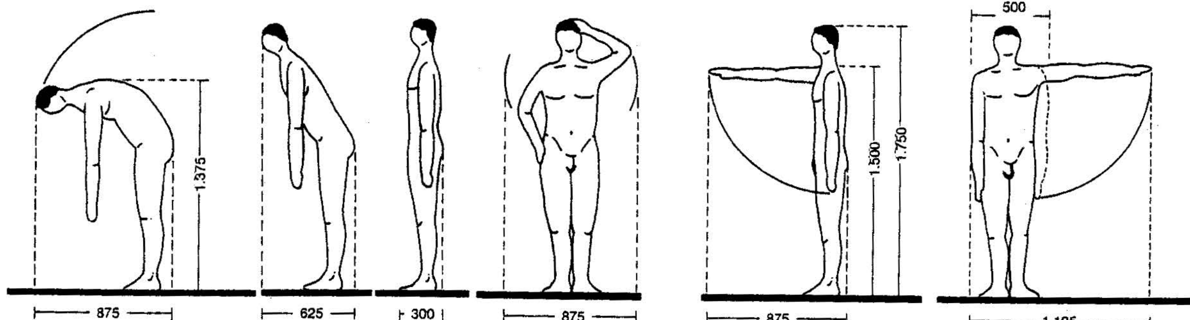
Desde 1945, Le Corbusier empleó, en todos sus proyectos, las proporciones basadas en la sección áurea, agrupándolas en u sistema de medidas que denominó Modulor. Sus unidades básicas son la altura del hombre = 1,829 m y la altura hasta el ombligo = 1,13 m → pág. 54.

DIMENSIONES BÁSICAS Y PROPORCIONES

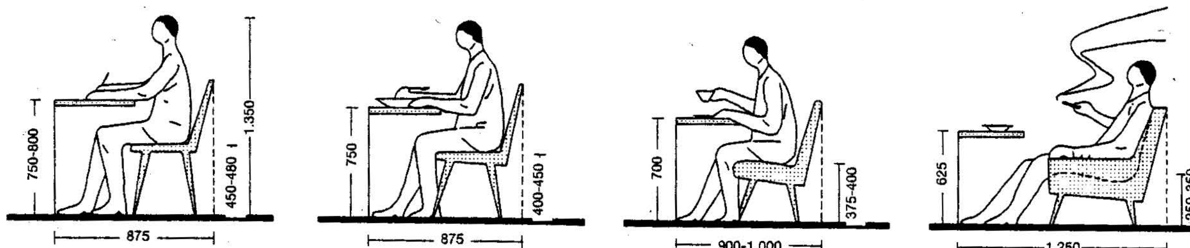
MEDIDAS DEL CUERPO Y ESPACIO NECESARIO



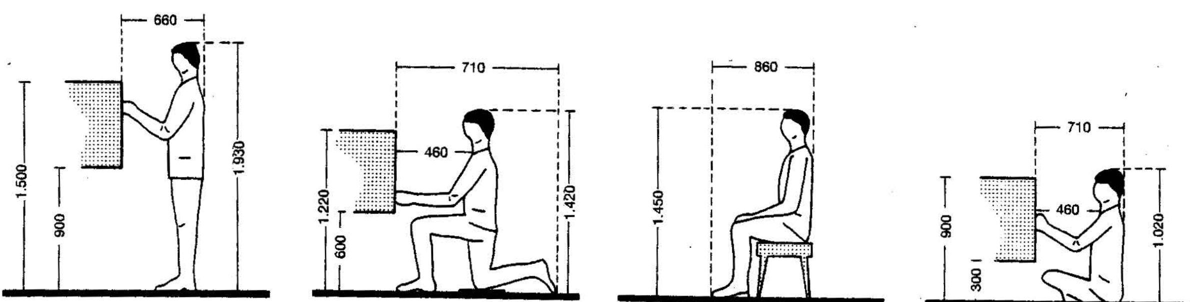
1 a gatas
2 sentado con las piernas cruzadas
3 sentado con las piernas dobladas (de frente)
4 sentado con las piernas dobladas (de lado)
5 arrodillado
6 medio en cuclillas



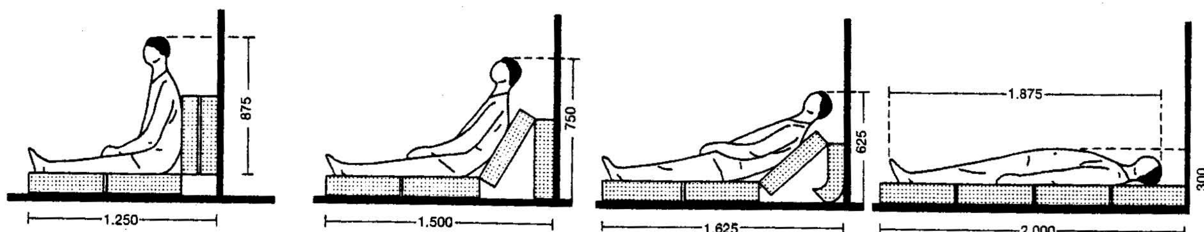
7 con el tronco flexionado
8 inclinado de pie, recto
9 en movimiento
10 con el brazo extendido (hacia delante)
11 con el brazo extendido (lateralmente)



12 sentado en silla de trabajo
13 sentado en silla de comer
14 sentado en sillón pequeño
15 sentado en un sofá



16 trabajando de pie
17 de rodillas
18 sentado
19 sentado en el suelo

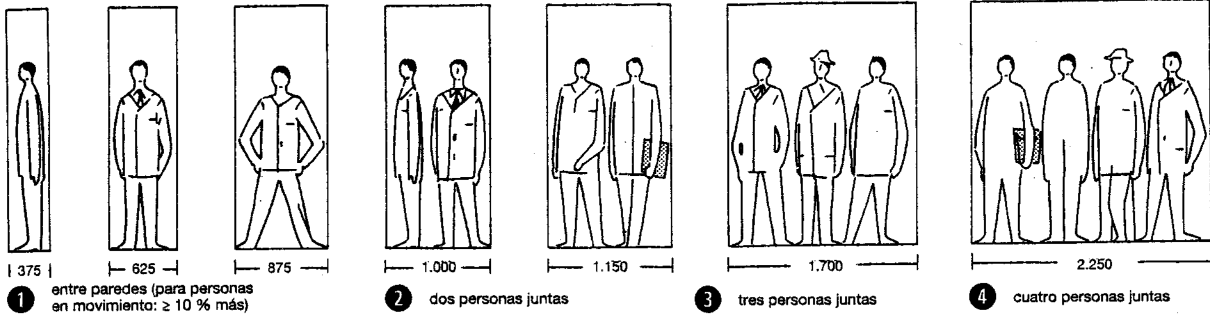


20 sentado sobre un colchón
21 apoyado
22 reclinado
23 tumbado

DIMENSIONES BÁSICAS Y PROPORCIONES

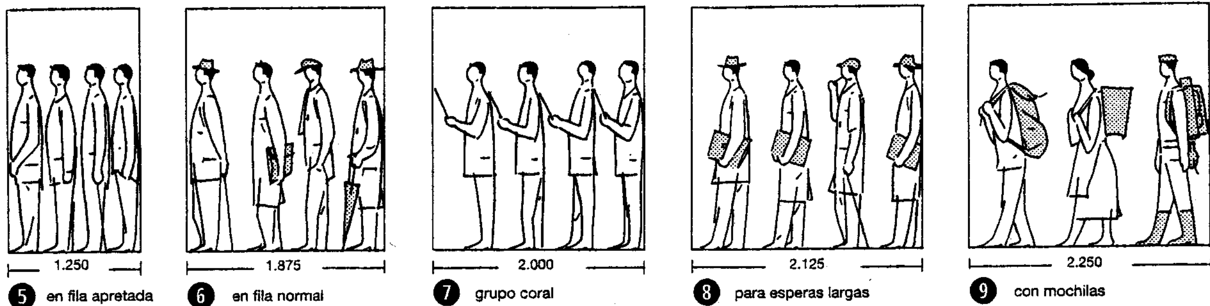
El hombre como unidad de medida
La medida de todas las cosas
Medidas del cuerpo y espacio necesario
Proporciones geométricas
Modulación en la edificación

ESPACIO NECESARIO ENTRE PAREDES



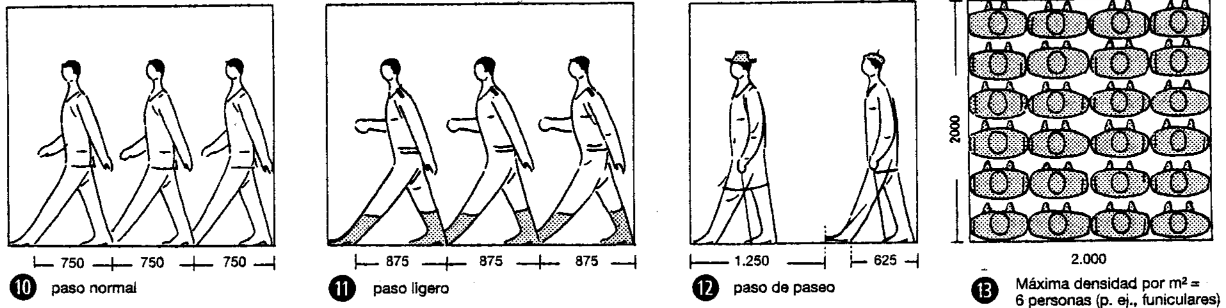
❶ entre paredes (para personas en movimiento: ≥ 10 % más)
❷ dos personas juntas
❸ tres personas juntas
❹ cuatro personas juntas

ESPACIO NECESARIO PARA GRUPOS



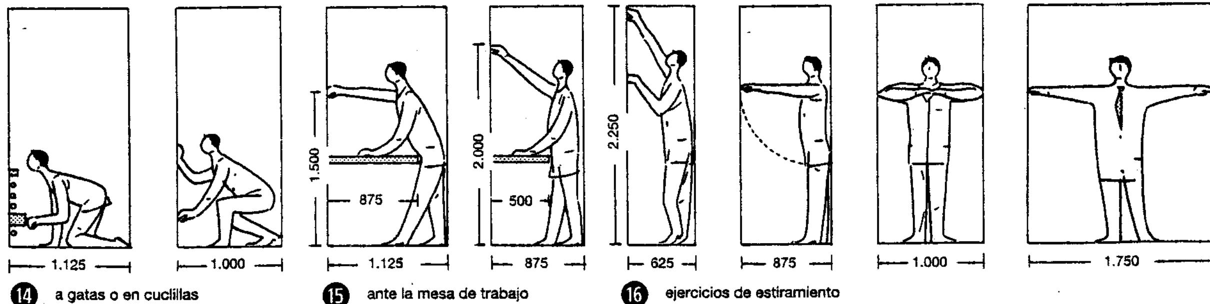
❺ en fila apretada
❻ en fila normal
❼ grupo coral
❽ para esperas largas
❾ con mochilas

MEDIDAS DE UN PASO



❿ paso normal
⓫ paso ligero
⓬ paso de paseo
⓭ Máxima densidad por m² = 6 personas (p. ej., funiculares)

ESPACIO NECESARIO SEGÚN LA POSICIÓN DEL CUERPO



⓮ a gatas o en cuclillas
⓯ ante la mesa de trabajo
⓰ ejercicios de estiramiento

ESPACIO NECESARIO CON EQUIPAJE DE MANO

ESPACIO NECESARIO CON BASTÓN Y PARAGUAS



⓱ con una maleta
⓲ con dos maletas
⓳ dos personas con dos maletas
⓴ con bolso
㉑ con bastón
㉒ con paraguas
㉓ dos personas con paraguas

DIMENSIONES BÁSICAS Y PROPORCIONES

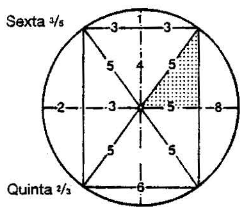
PROPORCIONES GEOMÉTRICAS

Ya desde la antigüedad, las construcciones presentan claras relaciones métricas. Los datos concretos más antiguos que se conocen son de Pitágoras, que partía de la hipótesis de que las relaciones numéricas de la acústica también debían ser armónicas ópticamente. A partir de ahí se desarrolló el rectángulo pitagórico → ❶, que contiene todos los intervalos proporcionales armónicos y excluye los dos intervalos disonantes: la segunda y la séptima.
De estas relaciones numéricas debían derivarse las dimensiones espaciales. Las ecuaciones pitagóricas o diofánticas proporcionan grupos de números ❷ – ❹, que deberían emplearse para dimensionar la anchura, altura y longitud de las salas:

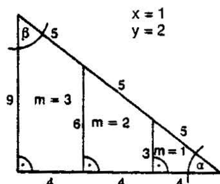
$a^2 + b^2 = c^2$
$a = m\,(y^2 - x^2)$
$b = m \cdot 2 \cdot x \cdot y$
$c = m\,(y^2 + x^2)$

Siendo **x, y**: números enteros; **x** más pequeño que **y**; m: factor de reducción o ampliación.

También son importantes las figuras geométricas mencionadas por Platón y Vitrubio: el círculo, el triángulo → ❺ y el cuadrado → ❻, a partir de los que se pueden construir otros polígonos, aunque algunos (p. ej., el polígono de 7 lados → ❾, y el de 9 lados → ❿ solo se pueden construir de forma aproximada mediante superposiciones. Así, por ejemplo, el polígono de 15 lados → ❽ puede construirse superponiendo un triángulo equilátero a un pentágono.
El pentágono → ❼ tiene una relación natural con la sección áurea → pág. 44 ❶ – ❸, al igual que el decágono, pero sus relaciones particulares apenas se han aplicado.
Para el diseño y construcción de edificios "redondos" se han de trazar polígonos. La forma de calcular las medidas más importantes: radio r, cuerda (lado) s y altura del triángulo h, se muestran en → ⓭ – ⓮ → pág. 44.



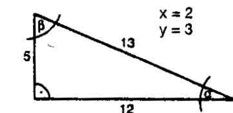
❶ Rectángulo de Pitágoras; contiene todos los intervalos proporcionales y excluye los intervalos disonantes, la segunda y la séptima



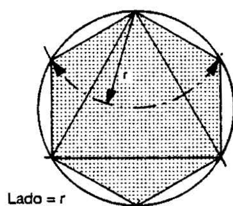
❷ Triángulo de Pitágoras

α	a	b	c	β	m	x	y
36°87'	3	4	5	53°13'	1	1	2
22°62'	5	12	13	67°38'	1	2	3
16°26'	7	24	25	73°74'	1	3	4
28°07'	8	15	17	61°93'	0,5	3	5
12°68'	9	40	41	77°32'	1	4	5
18°92'	12	35	37	71°08'	0,5	5	7
43°60'	20	21	29	46°40'	0,5	3	7
31°89'	28	45	53	58°11'	0,5	5	9

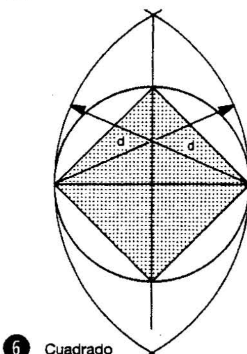
❸ Relaciones métricas obtenidas a partir de las ecuaciones pitagóricas



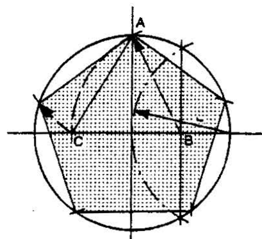
❹ Ejemplo



❺ Triángulo equilátero, hexágono

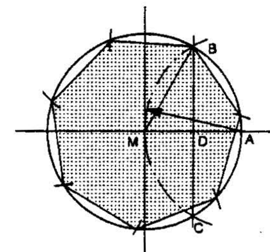


❻ Cuadrado

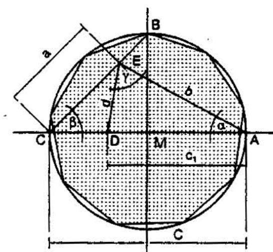


❼ Pentágono: división del radio por la mitad ≙ B, arco con centro en B y radio AB ≙ C, A-C ≙ lado del pentágono

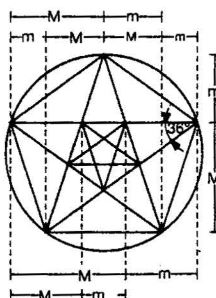
❽ Polígono de 15 lados
$AC = \frac{2}{5} - \frac{1}{3} = \frac{1}{15}$



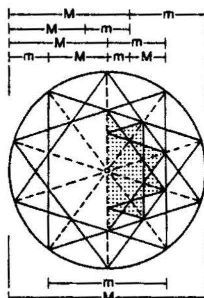
❾ Heptágono aproximado.
La línea BC divide AM por la mitad en el punto D, BD es aprox. $^1/_7$ de la longitud del círculo



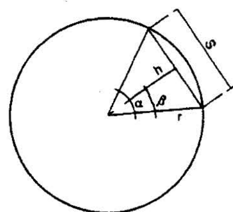
❿ Eneágono aproximado.
Arco con centro en A y radio AB, que corta AC en el punto D = c_1. Arco con centro en C y radio CM, que corta el arco BD en el punto E = a. La distancia DE corresponde aprox. a $^1/_9$ de la longitud del círculo ≙ d



⓫ Pentágono y sección áurea



⓬ Decágono y sección áurea



⓭ Cálculo de las medidas en el trazado de polígonos → pág. 64

$h = r \cdot \cos\beta$
$\frac{S}{2} = r \cdot \operatorname{sen}\beta$
$S = 2 \cdot r \cdot \operatorname{sen}\beta$
$h = \frac{S}{2} \cdot \operatorname{ctg}\beta$

⓮ Fórmulas → ⓭

DIMENSIONES BÁSICAS Y PROPORCIONES

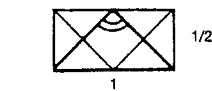
PROPORCIONES GEOMÉTRICAS

El triángulo rectángulo isósceles con una relación 1/2 entre base y altura es el triángulo de la cuadratura → ❶.
El triángulo isósceles en el que la base y la altura corresponden a los lados de un cuadrado fue utilizado con éxito por el constructor de catedrales Knauth, para determinar las proporciones de la catedral de Estrasburgo → ❷.
El **triángulo** $\pi/4$ de A. von Drach → ❸ es algo más apuntado que el descrito antes, ya que su altura queda fijada al girar 45° el cuadrado. También fue empleado con éxito por su inventor en detalles e instrumentos. Según los estudios de L. R. Spitzenpfeil, en muchos edificios antiguos se pueden encontrar, además de todas estas formas, las proporciones del octágono. En este último caso se utiliza como base el llamado triángulo diagonal. Su altura es la diagonal del cuadrado construido sobre la semibase → ❹ - ❻.

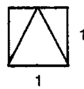
El triángulo equilátero así dibujado → ❼ tiene una relación entre sus lados de 1:√2. Por ello, el Dr. Porstmann empleó esta relación como base para los **formatos DIN** → pág. 6.

Las series geométricas basadas en esta relación proporcionan los valores correspondientes a un octágono → ❹ - ❻ (serie de las raíces de 1 a 7 → ❽.
La relación entre las raíces cuadradas de los números enteros se muestra en → ❾. La modificación de los factores permite emplear las raíces cuadradas para la construcción de elementos arquitectónicos no rectangulares. La Mengeringhausen ha basado su sistema patentado de estructuras espaciales "Mero" en aproximaciones a las raíces cuadradas. El principio es el llamado "caracol" → ❿ - ⓬. Las imprecisiones del ángulo recto se corrigen mediante las uniones roscadas de las varillas en los nudos. Otra manera de calcular de forma aproximada las raíces cuadradas, para elementos arquitectónicos no rectangulares, la ofrecen las series (→ pág. 45) obtenidas a partir de la fórmula:

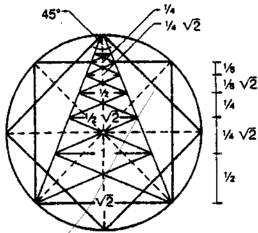
$$G = \sqrt{n} = 1 + \frac{n-1}{1+G} \rightarrow ⓭.$$



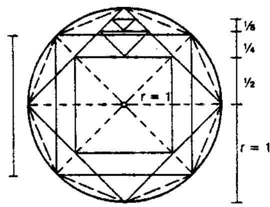
❶ Triángulo de la cuadratura



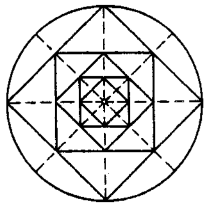
❷ Triángulo (base = altura)

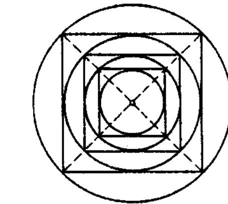


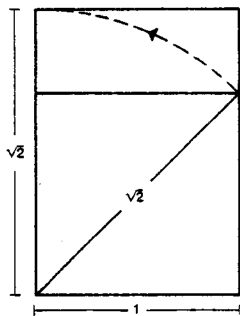
❸ Triángulo $\pi/4$ según A. von Drach



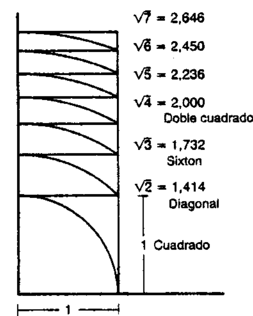
❹ Cuadrado obtenidos a partir de un octágono → ❺ - ❻


❺ → ❹

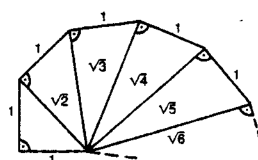

❻ → ❹



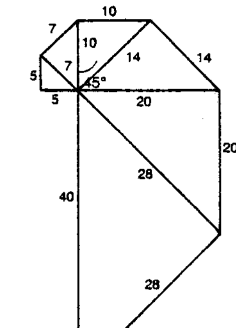
❼ Rectángulo con razón 1 : √2



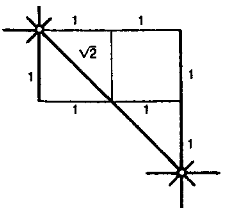
❽ Serie formada a partir de las raíces cuadradas de números enteros



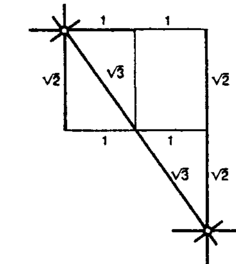
❾ Relación entre las raíces cuadradas



❿ Caracol



⓫ Ejemplos de coordinación no rectangular → pág. 46
Estructuras espaciales Mero: basadas √2 y √3



⓬ √3

$$G = \sqrt{2} = 1 + \cfrac{2-1}{1+1 + \cfrac{2-1}{1+1 + \cfrac{2-1}{1+1 + \cfrac{2-1}{1+1 + \cfrac{2-1}{1+1 + \cfrac{2-1}{1+1 + \dots}}}}}}$$

$\frac{1}{1}$ $\frac{3}{2}$ $\frac{7}{5}$ $\frac{17}{12}$ $\frac{41}{29}$ $\frac{99}{70}$ $\frac{239}{169}$

1; 1,5; 1,4; 1,41667; 1,41379; 1,4142857; 1,4142011 ...

√2 = 1,4142135

1	1	1	1
0,5	2	3	1,5
0,6	5	7	1,4
0,58333 ...	12	17	1,41667 ...
0,58621 ...	29	41	1,41379 ...
0,5857143 ...	70	99	1,4142857 ...
0,5857989 ...	169	239	1,4142011 ...
0,5857865 ...		√2	1,4142135 ...

⓭ Serie de razón √2

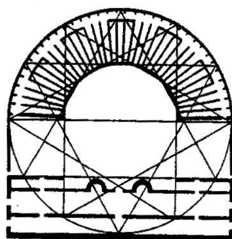
DIMENSIONES BÁSICAS Y PROPORCIONES

PROPORCIONES GEOMÉTRICAS

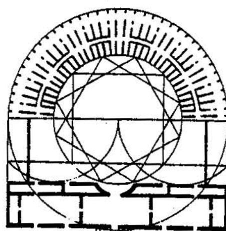
Vitruvio ya describió la aplicación de las proporciones geométricas de acuerdo con las explicaciones anteriores. Según su teoría, por ejemplo, el teatro romano está construido sobre un cuadrado girado tres veces → ❶ y el teatro griego sobre un cuadrado girado dos veces → ❷. Ambas construcciones proporcionan un dodecaedro reconocible en las escaleras de acceso.
Moessel intentó demostrar la existencia de proporciones basadas en la sección áurea, aunque esta relación sea bastante improbable → ❸. El único teatro griego cuya planta se basa en el pentágono se encuentra en Epidauro → ❹.

En un complejo residencial recientemente excavado en Ostia Antica, antiguo puerto de Roma, el trazado está basado en la **sección sacra** → ❺ - ❽. Esta proporción se basa en la división de la diagonal de un cuadrado por la mitad. Si se unen los puntos, en los que los arcos de radio $\frac{\sqrt{2}}{2}$ cortan los lados del cuadrado, se obtienen nueve cuadrados. El cuadrado central se denomina cuadrado de sección sacra. El arco **AB** tiene, con un error máximo del 0,6 %, la misma distancia que la diagonal **CD** de la mitad del cuadrado original. Por eso, la sección sacra proporciona un método aproximativo para una cuadratura del círculo. Todo el complejo residencial, desde el plano de situación hasta los menores detalles, se construyó con esta proporción.

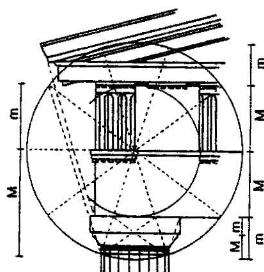
Andrea **Palladio** describe en sus *Cuatro libros de arquitectura* una base geométrica basada en las teorías de Pitágoras. Emplea las mismas formas (círculo, triángulo, cuadrado, etc.) y armonías en sus proyectos → ❾ - ❿.
En las antiguas civilizaciones orientales también podemos encontrar parecidas reglas de proporcionalidad formuladas con gran claridad. Los indios mediante su Manasar, los chinos a través de su modulación basada en el Toukou y, sobre todo, los japoneses por medio de su método **Kiwariho**, crearon sistemas de construcción que facilitaron un desarrollo tradicional que ofrecía grandes ventajas económicas → ⓫.



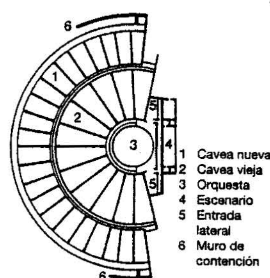
❶ Teatro romano según Vitruvio



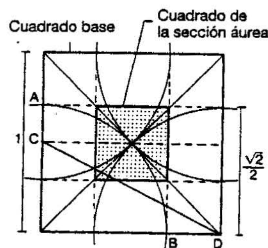
❷ Teatro griego según Vitruvio



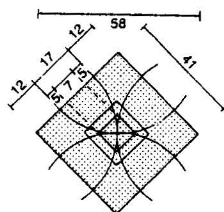
❸ Proporciones en el extremo del frontón de un templo dórico con base en la sección áurea (según Moessel)



❹ Teatro de Epidauro

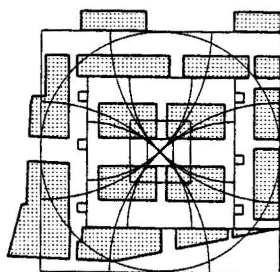


❺ Sección sacra, construcciones en Ostia Antica

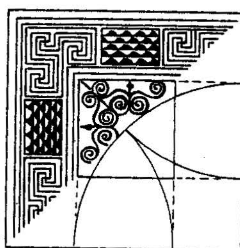


y	x	y/x
1	1	1
3	2	1,5
7	5	1,4
17	12	1,4166...
41	29	1,4137...

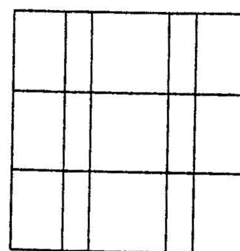
❻ Razón geométrica



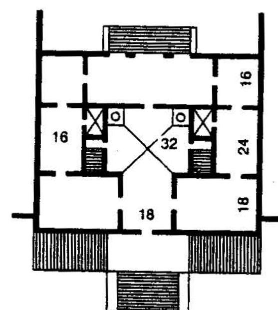
❼ Planta del conjunto



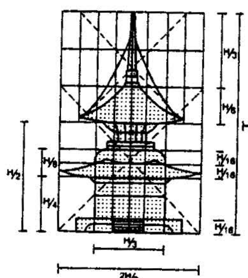
❽ Mosaico encontrado en el pavimento de una casa en Ostia Antica



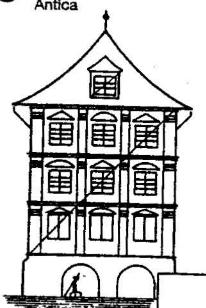
❾ Mosaico encontrado en el pavimento de una casa en Ostia Antica



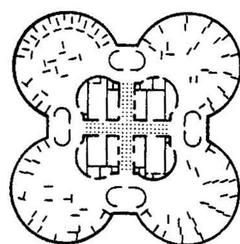
❿ Palladio, villa Pisani en Bagnolo



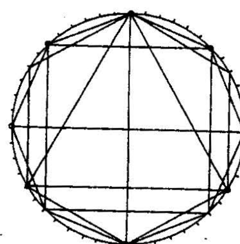
⓫ Casa del Tesoro, Japón



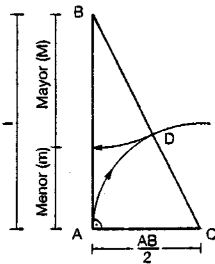
⓬ Casa gremial Rügen, Zúrich



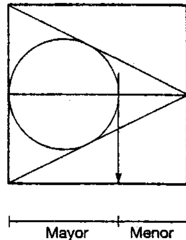
⓭ Planta de la sede central de BMW, Múnich



⓮ 48 lados a partir de un triángulo equilátero → ⓭



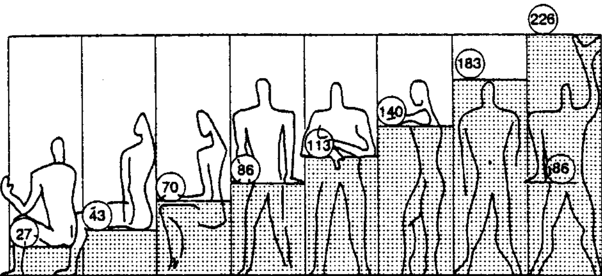
❶ Construcción geométrica de la sección áurea



❷ Relación entre círculo, cuadrado y triángulo

1 1 — 2 partes
1 2 — 3 partes
2 3 — 5 partes
3 5 — 8 partes
5 8 — 13 partes
8 13 — 21 partes
13 21 — 34 partes
21 34 — 55 partes
34 55 — 89 partes
55 89 — 144 partes

❸ Serie geométrica basada en la sección áurea



❹ Valores numéricos ilimitados

Valores expresados en unidades del Sistema Internacional			
Serie roja: Ro		Serie azul: Az	
Centímetros	Metros	Centímetros	Metros
95280,7	952,8		
58886,7	588,86	117773,5	1177,73
36394	363,94	72788	727,88
22492,7	224,92	44985,5	449,85
13901,3	139,01	27802,5	278,02
8591,4	85,91	17182,9	171,83
5309,8	53,1	10619,6	106,19
3281,6	32,81	6563,3	65,63
2028,2	20,28	4056,3	40,56
1253,5	12,53	2506,9	25,07
774,7	7,74	1549,4	15,49
478,8	4,79	957,6	9,57
295,9	2,96	591,8	5,92
182,9	1,83	365,8	3,66
113	1,13	226	2,26
69,8	0,7	139,7	1,4
43,2	0,43	86,3	0,86
26,7	0,26	53,4	0,53
16,5	0,16	33	0,33
10,2	0,1	20,4	0,2
6,8	0,06	7,8	0,08
2,4	0,02	4,8	0,04
1,5	0,01	3	0,03
0,9		1,8	0,01
0,6		1,1	
etc.		etc.	

❺ Valores numéricos exactos del Modulor según Le Corbusier

DIMENSIONES BÁSICAS Y PROPORCIONES

PROPORCIONES GEOMÉTRICAS

La sección áurea

La sección áurea consiste en la división de un segmento l de modo que la relación entre la longitud total y la parte mayor es igual a la existente entre esta y la parte menor.

La sección áurea de un segmento puede determinarse geométricamente o mediante fórmulas:

Para la construcción geométrica se forma un triángulo rectángulo con el segmento a dividir l como cateto largo **AB** y el segmento **AC** (= AB/2) como cateto corto. Se traslada desde el punto **C** la longitud del cateto corto **AC** a la hipotenusa **BC** de este triángulo y se divide esta en los segmentos **BD** y **DC**. El segmento **BD** es la parte mayor **M** del cateto largo dividido. Este segmento **M**, trasladado al cateto largo **AB**, divide **AB** en una parte mayor (**M**) y una parte menor (**m**) → ❶.

Esto significa: $$\frac{l}{\textbf{Mayor}} = \frac{\textbf{Mayor}}{\textbf{Menor}}$$

La relación de la sección áurea con las proporciones de cuadrado, círculo y triángulo se muestra en → ❷.

La sección áurea de un segmento se puede determinar también mediante la fracción continua G = 1 +1 1/G. Esta es la fracción continua infinita regular más sencilla → ❸.

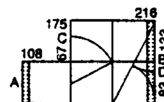
El Modulor

Le Corbusier desarrolló una teoría de proporciones basada en la sección áurea y las proporciones de la figura humana. Determinó tres intervalos de la figura humana que constituyen una sucesión de números áureos denominada serie de Fibonacci: **el pie, el plexo solar, la cabeza, los dedos de la mano alzada** (→ también figura básica de este libro). Inicialmente, Le Corbusier partió de 1,75 m como altura media del ser humano europeo, y la dividió según la sección áurea en las dimensiones 108,2 - 66,8 - 41,45 - 25,4 cm → ❽.

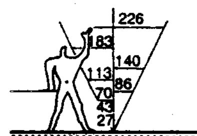
Puesto que esta última medida prácticamente corresponde a diez pulgadas, pudo establecer la conexión con la pulgada inglesa, aunque esta se pierde en las dimensiones mayores. Por ello, más tarde Le Corbusier cambió su altura media a 6 pies ingleses = 1.828,8 mm, y a partir de ella formó la **serie roja** con valores ascendentes y descendentes de números áureos → ❺.

Puesto que los intervalos de esta serie eran demasiado grandes para su aplicación práctica, y partiendo de 2,26 m de altura (punta del dedo de la mano alzada), formó una serie más, la **azul**, que dio como resultado el doble de los valores de la serie roja → ❺.

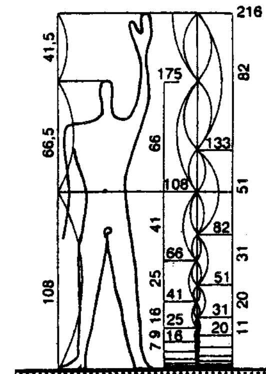
Le Corbusier transformó los valores de las series roja y azul en medidas de aplicación práctica → ❹.



❻ a unidad A = 108
el doble B = 216
la ampliación Ø de A = C = 175
la reducción Ø de B = D = 83



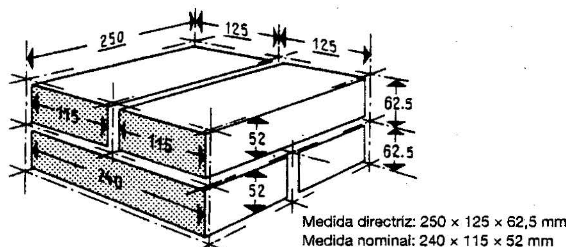
❼ Modulor



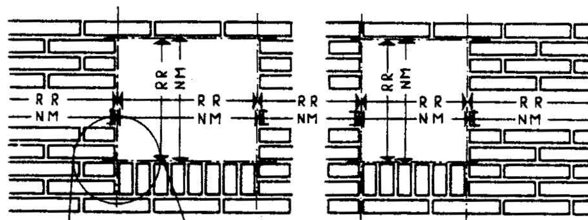
❽ Proporciones del cuerpo humano

DIMENSIONES BÁSICAS Y PROPORCIONES

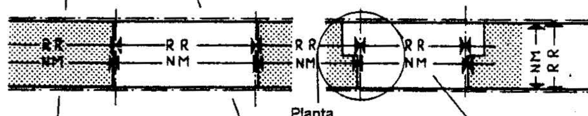
MODULACIÓN EN LA EDIFICACIÓN



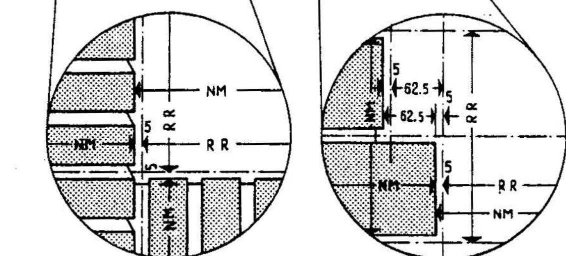
❶ Medidas nominales y directrices de los ladrillos DIN



Alzado



Planta



❷ Medidas de obra en bruto (MB) y medidas nominales (MN) en las obras de ladrillo
Para los huecos: MN = MB + 2 × 1/2 junta = MB + 2 × 5 mm
y para los pilares: MN = MB − 2 × 1/2 junta = MB − 2 × 5 mm.

Conceptos según DIN 4172

Los números preferentes para la construcción (coordinación modular) son los valores para las medidas directrices de la obra y las derivadas de estas, como las medidas aisladas, de obra y de acabado.

Las medidas directrices de obra son en principio dimensiones teóricas, pero la base para las medidas aisladas, de obra y de acabado que se utilizan en la práctica. Las medidas de obra o nominales (en sistemas constructivos con juntas y recubrimientos de las paredes) se deducen de las medidas directrices restando o sumando la dimensión de la junta o del recubrimiento (ej.: medida directriz de obra para la longitud del ladrillo = 25 cm, ancho de llaga = 1 cm, medida nominal largo del ladrillo = 24 cm; medida directriz grosor de muros de hormigón in situ = medida nominal = 25 cm).

Las medidas aisladas son dimensiones (generalmente pequeñas) para unidades de la obra bruta o del acabado (p. ej., grosores de juntas y revocos, medidas de galces y mochetas, tolerancias).

Las medidas de obra son medidas para la obra bruta (p. ej., medidas de obra de fábrica sin contar los revestimientos, grosores de forjados, medidas para huecos de puertas y ventanas sin revocar).

Las medidas de acabado son dimensiones para la obra terminada (p. ej., las dimensiones libres de recintos y huecos acabados, dimensiones de espacios en planta, alturas de piso).

Las medidas nominales equivalen a las medidas directrices de obra en sistemas constructivos sin juntas. En sistemas constructivos con juntas resultan las medidas nominales de las medidas directrices de obra restando la junta.

Las medidas pequeñas son iguales o inferiores a 2,5 cm.
Se deben elegir según DIN 323, serie R10 en las dimensiones de: 2,5 cm; 2 cm; 1,6 cm; 1,25 cm; 1 cm; 8 mm; 6,3 mm; 5 mm; 3,2 mm; 2,5 mm; 2 mm; 1,6 mm; 1,25 mm y 1 mm.

Números preferentes

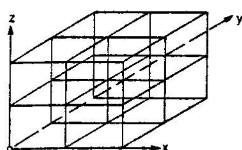
Los números preferentes (NP) se crearon para dimensionar de una manera uniforme máquinas y aparatos técnicos. La medida base es la unidad continental de longitud, el metro (≈ 40 pulgadas). La necesidad técnica de escalas geométricas impidió la subdivisión del metro de forma puramente decimal. La serie geométrica de números preferentes compuesta de 10 elementos es, por lo tanto: **1, 2, 4, 8, 16, 31,5; 63, 125, 250, 500** y **1.000**. Se compone de la serie de **números divididos por la mitad** (100, 500, 250 y 125) y **multiplicados por potencias de base dos** (1, 2, 4, 8 y 16); el doble, 32, se redondeó —teniendo en cuenta el valor exacto de la serie divisoria— a 31,5, el cociente, 62,5, por lo tanto, a 63.

La serie mayor de 5 valores y las series más precisas de 20 y 40 valores se integran respectivamente con sus valores intermedios. Los números preferentes ofrecen diversas ventajas para el cálculo: los productos y cocientes de un número arbitrario de números preferentes son a su vez números preferentes, potencias de números enteros con base de números preferentes vuelven a ser números preferentes, el doble y la mitad de números preferentes son a su vez números preferentes.

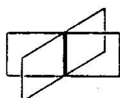
Aunque en el ámbito de la construcción apenas existe la necesidad de escalas geométricas (en contraste con la sucesión aritmética predominante de elementos modulares como ladrillos, vigas, pares, cerchas, pilares, ventanas y similares), también se definieron para este caso los valores o **números preferentes para la construcción** y se postularon en la norma DIN 4172 (Modulación en la edificación).

Series recomendadas para medidas de obra				Series recom. para medidas aisladas	Series recomendadas para medidas de acabado			
a	b	c	d	e	f	g	h	i
25	$\frac{25}{2}$	$\frac{25}{3}$	$\frac{25}{4}$	$\frac{25}{10}$	5	2 × 5	4 × 5	5 × 5
				2,5				
				5	5			
			$6\frac{1}{4}$	7,5				
		$8\frac{1}{3}$		10	10	10		
	$12\frac{1}{2}$			12,5				
			$12\frac{1}{2}$	15	15			
		$16\frac{2}{3}$		17,5				
			$18\frac{3}{4}$	20	20	20	20	
				22,5				
	25	25	25	25	25			25
				27,5				
			$31\frac{1}{4}$	30	30	30		
		$33\frac{1}{3}$		32,5				
				35	35			
	$37\frac{1}{2}$		$37\frac{1}{2}$	37,5				
		$41\frac{2}{3}$		40	40	40	40	
			$43\frac{3}{4}$	42,5				
				45	45			
50	50	50	50	50	50	50		50
				52,5				
			$56\frac{1}{4}$	55	55			
		$58\frac{1}{3}$		57,5				
				60	60	60	60	
	$62\frac{1}{2}$		$62\frac{1}{2}$	62,5				
				65	65			
		$66\frac{2}{3}$	$68\frac{3}{4}$	67,5				
				70	70	70		
				72,5				
75	75	75	75	75	75			75
			$81\frac{1}{4}$	80	80	80	80	
		$83\frac{1}{3}$		82,5				
				85	85			
	$87\frac{1}{2}$		$87\frac{1}{2}$	87,5				
		$91\frac{2}{3}$		90	90	90		
			$93\frac{3}{4}$	92,5				
				95	95			
				97,5				
100	100	100	100	100	100	100	100	100

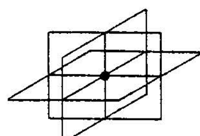
❸ Cuadro de valores preferentes para la construcción según DIN 4172



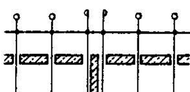
2 Sistema coordenado



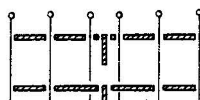
4 Línea de coordenadas (Intersección entre dos planos)

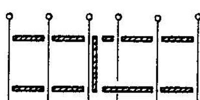


5 Punto coordenado (intersección de tres planos)

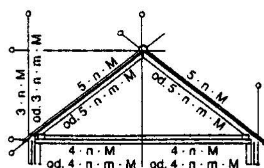


7 Zona no modular

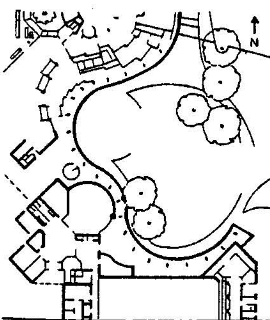




8 Elementos constructivos no modulares en posición perimetral



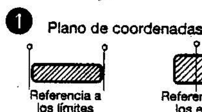
10 Ejemplo de aplicación: cubierta inclinada



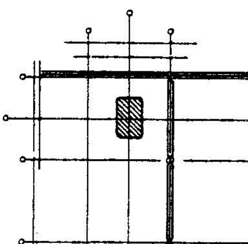
12 Construcción del perímetro curvo de una cubierta mediante polígonos regulares (planta)



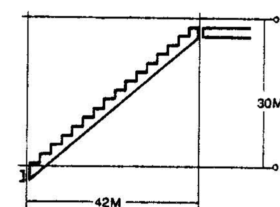
1 Plano de coordenadas



3 Referencia a los límites y al eje

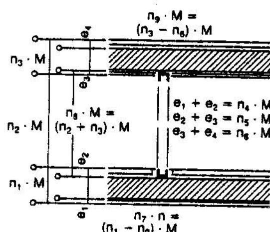


6 Superposición de un sistema parcial coordenado

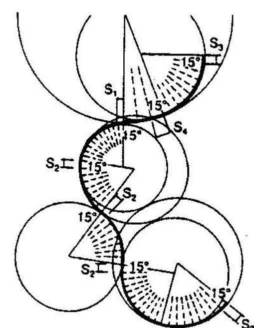


Altura de piso: 30 M
Largo de tramo: 42 M
Valor elegido: 16 contrahuellas 18,75/26,2 cm
(junta hipotética 1 cm)

9 Escalera prefabricada de hormigón armado



11 Medidas suplementarias en las verticales



13 Trazado modular de polígonos → 12

DIMENSIONES BÁSICAS Y PROPORCIONES

MODULACIÓN EN LA EDIFICACIÓN

La modulación

La modulación en la edificación (DIN18000) es un recurso para coordinar medidas en la construcción.
La modulación contiene datos para un sistema de proyecto y de construcción basándose en un sistema de coordenadas que ayuda al proyecto y a la ejecución de edificios.
Para ello se fijan determinaciones geométricas y de dimensiones que permiten la coordinación espacial de elementos constructivos. Además pueden conectarse ámbitos técnicos interdependientes en cuanto a su geometría y dimensiones (p. ej., construcción, ingeniería eléctrica, transporte).

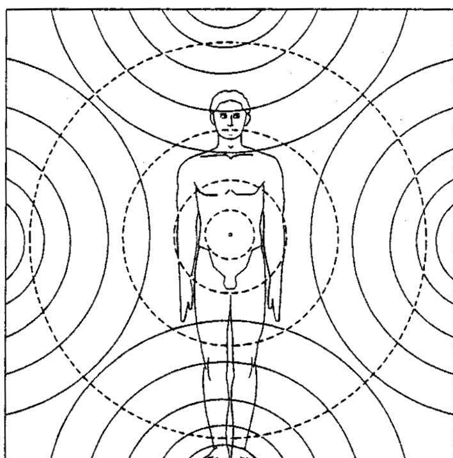
Determinaciones geométricas

DIN 18000

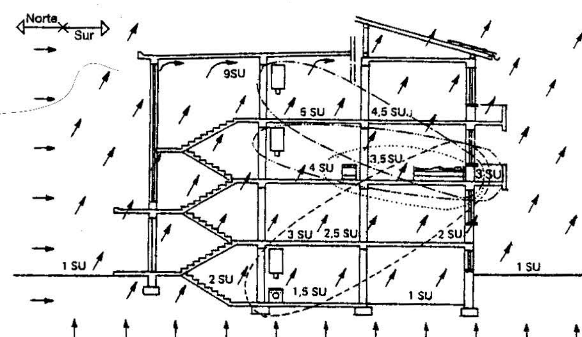
Un sistema de coordenadas siempre se refiere a un objeto determinado.
Con el sistema de coordenadas se coordina el edificio y los elementos constructivos, y se define su posición y dimensión.
A partir de ahí se deducen los valores nominales para los elementos constructivos, al igual que para las medidas de las juntas y los encuentros → 1 – 4.
Un sistema de coordenadas se compone de planos ortogonales con medidas coordenadas. Según el proyecto, estas pueden ser diferentes en cada una de las tres dimensiones.
Generalmente, los elementos constructivos se ubican en una dimensión entre dos planos paralelos, de modo que ocupen la medida coordenada incluyendo la junta y teniendo en cuenta las tolerancias. Por tanto, un elemento constructivo se determina dentro de un plano en lo que se refiere a su dimensión; es decir, a sus medidas y su posición. Esto se denomina **referencia a los límites** → 3.
En otros casos puede ser ventajoso que, en lugar de ubicar un elemento constructivo entre dos planos, sea el eje central el que coincida con un plano de coordenadas, de modo que solo se define el elemento constructivo en cuanto a su posición. Esta ordenación dimensional se denomina **relación axial** → 3.
Un sistema de coordenadas puede dividirse en sistemas parciales para diferentes grupos de elementos constructivos (p. ej., estructura, cerramientos etc.) → 6.
Se ha constatado que las piezas sueltas (p. ej., peldaños, ventanas, puertas, etc.) no tienen que ser modulares, sino solo los elementos construidos con ellas (tramos de escalera, fachadas, particiones, etc.) → 9.
Para aquellos elementos no modulares que atraviesan el edificio de lado a lado, puede introducirse una denominada **zona "no modular"** que divida por completo el sistema de coordenadas en dos sistemas parciales. Es imprescindible conocer la medida del elemento situado en la zona no modular antes de configurar el sistema de coordenadas, ya que esta solo puede dimensionarse con una medida determinada → 7.
Otras posibilidades de ordenar elementos no modulares son la denominada posición central y la posición perimetral en zonas modulares → 8.
Las unidades de modulación son el **módulo básico** M = 100 mm y los **módulos múltiplos** 3 M = 300 mm, 6 M = 600 mm y 12 M = 1.200 mm. Además existen medidas de ajuste no modulares normalizadas l = 25, 50 y 75 mm (p. ej., en el caso de piezas de ajuste o encuentros solapados) → 11. Si se recurre a reglas de combinación también pueden ordenarse elementos constructivos de diferentes dimensiones en un sistema modular de coordenadas → 5.
Si nos servimos del cálculo de sucesiones de números (p. ej., Pitágoras) o de la factorización (p. ej., fracciones continuas) también pueden ordenarse los elementos no rectangulares en un sistema modular de coordenadas → 10.
Si se recurre a la construcción de líneas poligonales (p. ej., triángulo, cuadrilátero, pentágono y sus subdivisiones) también se pueden proyectar edificios denominados "redondos" → 12 – 13.

BIOCONSTRUCCIÓN

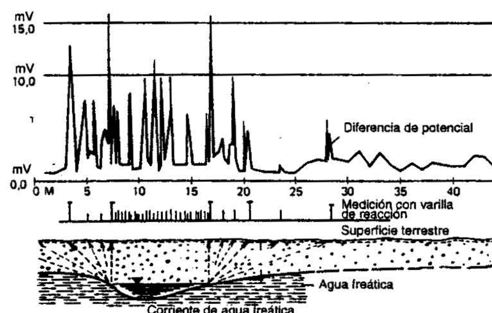
GENERALIDADES



❶ Bioconstrucción como teoría del total de las interacciones entre el edificio y el habitante



❷ Campos electromagnéticos en el entorno de edificios



❸ Diferencias de potenciales eléctricos sobre flujos de agua freática

Campos eléctricos y magnéticos ("contaminación electromagnética")	Campos eléctricos variables de baja frecuencia causados por cables eléctricos conectados, aparatos eléctricos, etc.
	Campos magnéticos variables de baja frecuencia, causados por aparatos eléctricos enchufados, etc.
	Campos de alta frecuencia causados por emisoras de teléfono móvil, teléfonos, etc.
	Campos electrostáticos causados por textiles sintéticos, lana, etc.
Mediciones en mat. de construcción	Campos magnéticos estáticos
Contaminantes aéreos	Contaminantes aéreos, toxinas, gases, fibras, partículas finas suspendidas en el aire, alérgenos
Ruido/vibración	
Radiación terrestre y campo magnético	Zonas de perturbaciones geopatógenas (p. ej., corrientes terrestres y campo de agua freática y la así llamada "radiación terrestre")

❹ Volumen de las mediciones bioconstructivas en el entorno edificado (ejemplo)

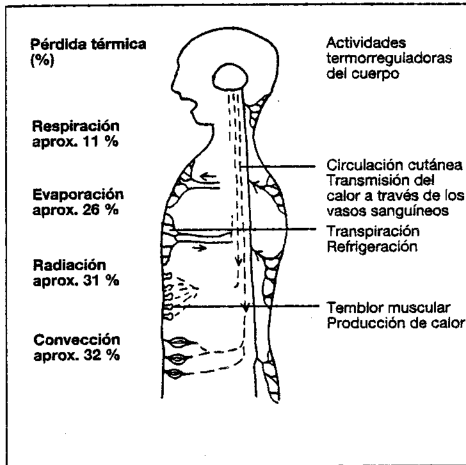
La **bioconstrucción** es un concepto que describe la ciencia de las **interacciones holísticas entre edificio y habitante → ❶ - ❷.**

Mediante el estudio de **correlaciones físicas, químicas y microbiológicas** tiene como objetivo detectar efectos nocivos sobre el organismo humano en **espacios interiores** y, si de da el caso, comenzar medidas eficientes de saneamiento para la erradicación de sus causas ("vivienda sana"). Los temas de la bioconstrucción son en parte los mismos que en otras disciplinas:
La **construcción ecológica**, cuyo interés central reside en la protección de la naturaleza y el medio ambiente tanto en la construcción como en el funcionamiento de los edificios, y en la producción,la puesta en obra y la eliminación de materiales de construcción, la **física de la construcción** y la **ingeniería eléctrica**, además de la **biología**, la **química** y la **medicina**.
Los conceptos de bioconstrucción tienen una aplicación razonable en la edificación de viviendas, pero también en la construcción de escuelas, hospitales, centros escolares y oficinas.

Puesto que el ser humano actual **pasa el 90 % de su vida** en el interior de edificios y está rodeado cada vez más de campos electromagnéticos, en los últimos años ha aumentado el interés público en la bioconstrucción. El 2-5 % de la población alemana padece molestias (p. ej., dolores de cabeza, insomnio, cansancio y problemas de concentración) cuya causa se supone que es la presencia de contaminaciones bioconstructivas en su entorno doméstico y laboral.
Por todo ello, el análisis de un edificio abarca los siguientes ámbitos: La medición de campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos de aparatos técnicos de alta y baja frecuencia, el **análisis de los materiales de construcción utilizados** en lo que se refiere a toxinas, metales pesados y radiación, el **análisis de la calidad del aire del hábitat** en lo que afecta a los contaminantes aéreos (toxinas y gases, fibras, partículas finas en suspensión y alérgenos), los análisis microbiológicos de **bacterias y hongos, mediciones de ruido, vibraciones y luz → ❹.**

Además se efectúan mediciones del ámbito de la **radiestesia** ("sensibilidad a la radiación"); es decir, se intentan demostrar las denominadas perturbaciones geopatógenas (p. ej., corrientes de agua freática y la llamada "radiación terrestre") sirviéndose de varillas de zahorí, péndulos y otros métodos de ciencias alternativas → ❸.

Dado que la **bioconstrucción** aún no está regulada, toda persona puede practicarla independientemente de su grado de formación y experiencia práctica. En el ámbito de la bioconstrucción pueden distinguirse dos corrientes principales:
La **bioconstrucción de base científica** que, mediante métodos científicos, trata de crear un ambiente doméstico y laboral sano. Las mediciones deben llevarse a cabo con métodos reconocidos científicamente y reproducibles para reconocer y subsanar con seguridad influencias nocivas en los edificios.
En la **bioconstrucción basada en ciencias marginales**, las influencias a las que está expuesto el ser humano **apenas han sido registradas por las ciencias naturales**. Las medidas resultantes y los enfoques y valores límites en los que se basan son discutibles, puesto que no existen métodos de medición seguros para este tipo de valores límite.

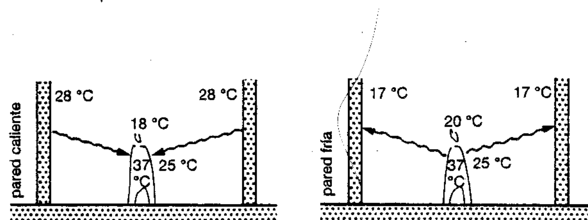


❶ Emisión de calor y actividades termorreguladoras del cuerpo humano

El bienestar térmico se percibe cuando el cuerpo se encuentra en equilibrio térmico; es decir, cuando el cuerpo funciona con una mínima termorregulación. El bienestar térmico se produce cuando el calor generado por el cuerpo es igual a la perdida térmica real hacia el entorno.

Actividades termorreguladoras del cuerpo
Generación de calor: circulación cutánea, aceleración de la velocidad del flujo sanguíneo, vasodilatación, temblores; refrigeración: sudoración.

Transmisión de calor entre el cuerpo y su entorno
Corriente de calor interna: flujo de calor desde el interior del cuerpo a la piel, que depende de la circulación. Corriente de calor externa: transmisión de calor a través de los pies; convección (velocidad del aire, aire ambiental y diferencia de temperatura de la superficie del cuerpo cubierta y desnuda); radiación térmica (diferencia de temperatura entre la superficie del cuerpo y las superficies en el entorno); evaporación, respiración (superficie del cuerpo, déficit de presión de vapor entre piel y entorno) → ❶.

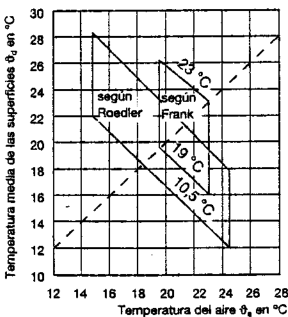


❷ Bienestar térmico

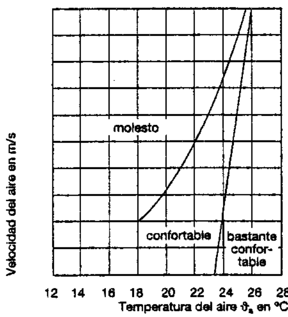
❸ Malestar térmico

Contenido en agua del aire g/kg	Grado de adecuación para la respiración	Percepción al respirar
0 hasta 5	Muy bueno	Ligero, fresco
5 hasta 8	Bueno	Normal
8 hasta 10	Suficiente	Aún soportable
10 hasta 20	Insuficiente	Pesado, sofocante
20 hasta 25	Nocivo	Caluroso y húmedo
más de 25	Inapropiado	Insoportable
41	Contenido en agua del aire expulsado 37 °C (100 %)	
más de 41	El agua se condensa en los alveolos pulmonares	

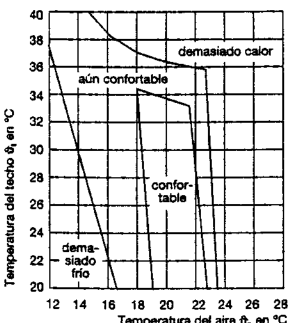
❻ Valores de la humedad del aire para la respiración



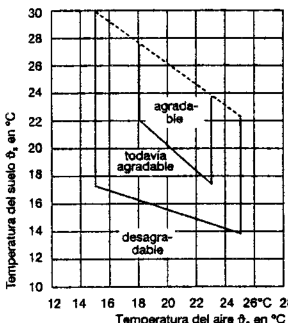
❹ Área de bienestar (temperatura de las envolventes y el aire ambiental)



❺ Área de bienestar (circulación del aire y temperatura del aire ambiental)



❽ Área de bienestar (temperaturas del techo y del aire ambiental)



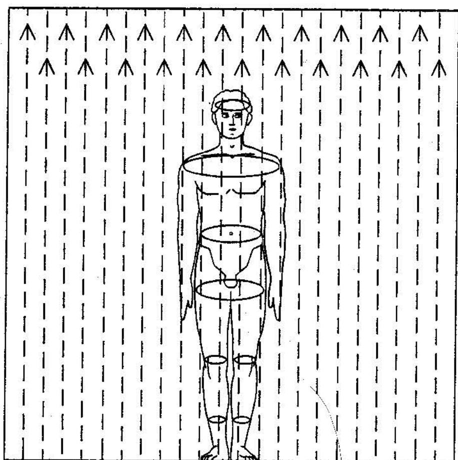
❾ Área de bienestar (temperaturas del suelo y del aire ambiental)

Baja temperatura de radiación. Recomendaciones para el diseño del clima ambiental. Temperatura del aire y de las envolventes. En verano, una temperatura de 20-24 °C resulta agradable, mientras que, en invierno, ronda los 21 °C (± 1 °C). La temperatura de las envolventes no debería oscilar más de 2-3 °C respecto a la temperatura del aire. El cambio de temperatura del aire puede equilibrarse cambiando la temperatura superficial (aumento de la temperatura del aire/bajada de la temperatura superficial). En el caso de diferencias demasiado bruscas entre ambas temperaturas, se forman corrientes de aire demasiado fuertes. Las superficies críticas son principalmente las ventanas. Debe evitarse una gran conducción de calor al suelo a través de los pies (temperatura del suelo ≥ 17 °C). El calor y el frío en los pies son sensaciones, no propiedades del suelo. El pie desnudo siente el calor o el frío solo a través del pavimento y su grosor, mientras que el pie calzado lo hace a través de la temperatura del pavimento. La temperatura superficial del techo depende de la altura de la estancia. La temperatura que experimenta el ser humano es más o menos la media entre la temperatura del aire y la de las envolventes.

Aire y circulación. La circulación se percibe como corriente que causa el enfriamiento local del cuerpo.

Temperatura del aire y humedad relativa. Se considera que una humedad relativa del 40-50 % resulta agradable. Con menos humedad (≤ 30 %), las partículas del polvo se vuelven volátiles.

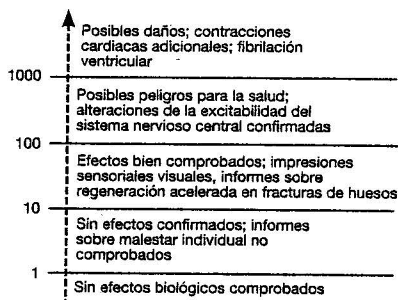
Aire fresco y ventilación. Lo ideal es disponer de una ventilación controlada antes que una casual y continua. El contenido en CO_2 del aire debe renovarse con oxígeno. El contenido de CO_2 por unidad de volumen no debe superar el 0,1 %, por lo que deben producirse unas 2-3 renovaciones del aire por hora. La necesidad de aire fresco del ser humano se cifra en 32 m³/hora. Renovación del aire de viviendas: 0,4-0,8 veces el volumen de la estancia por persona y hora.



1 Inducción de corrientes en el cuerpo humano como efecto principal de campos alternos magnéticos y electromagnéticos.

En la Ordenanza Alemana de Protección contra Inmisiones (BImSchV) se han **fijado valores máximos para la intensidad de campo eléctrico y la inducción magnética**. Estos suponen) 5 KV/m o 100 μT para la frecuencia de la red de suministro de electricidad (50 Hz); en el caso de cableado de vías de tren (16 2/3 Hz), 10 KV/m o 300 μT. Debido a la **incertidumbre científica** en lo que se refiere a las consecuencias para la salud causadas por campos de baja frecuencia, la Oficina Alemana para la Protección contra la Radiación (BfS) recomienda las siguientes medidas de precaución:
Optimizar el trazado y el aislamiento de la instalación eléctrica con miras a la menor exposición posible para los habitantes.
Apagar completamente todos aquellos aparatos generadores de campos y no dejarlos en *standby* (sobre todo en el caso de televisores y equipos de música).
En los dormitorios, ubicar las fuentes de campo (p. ej., radiodespertadores eléctricos) lo más lejos posible de la cama.

Densidad de corriente en el cuerpo humano (mA/m²)



2 Efectos biológicos de densidades de corrientes en el cuerpo humano [01]

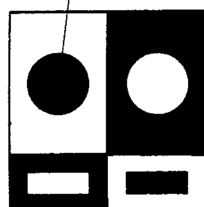
Aparato	3 cm	30 cm	100 cm
Secador	6-2.000	0,01-7	0,01-3
Afeitadora	15-1.500	0,08-9	0,01-3
Lámpara fluorescente	40-400	0,5-2	0,02-0,25
Microondas	73-200	4-8	0,25-0,6
Televisor	2,5-50	0,04-2	0,01-0,04
Ordenador	0,5-30	< 0,01	
Frigorífico	0,5-1,7	0,01-0,25	< 0,01

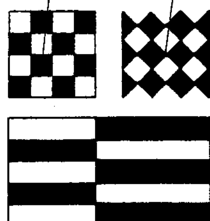
3 Valores de inducciones magnéticas de electrodomésticos, medidos en microteslas, en distancias diferentes [02]

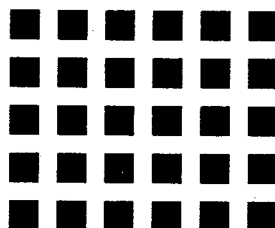
Debido a la utilización de ciertas técnicas (como, p. ej., la red de suministro de electricidad y la telefonía móvil), se están generando multitud de **campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos** en el medio ambiente del ser humano. De ellos pueden medirse la **intensidad de campo** (voltios/metro: V/m), la **inducción magnética** (Tesla: T), la **longitud de onda** (metros: m) y la **frecuencia** (Hertz: Hz), que describe el número de ciclos por segundo en los que la corriente eléctrica cambia de polaridad.
Se distinguen **campos de alta y baja frecuencia.**
Al contrario que la radiación ionizante (p. ej., los rayos X), su energía no es suficiente para cargar eléctricamente, ionizar, los átomos y las moléculas. A pesar de ello, a partir de una cierta magnitud estos campos tienen efectos sobre la salud y popularmente se denominan "contaminaciones eléctricas".
El tema central de muchas investigaciones bioconstructivas es el tipo y la magnitud de los efectos nocivos de los estímulos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos para el ser humano y el medio ambiente.

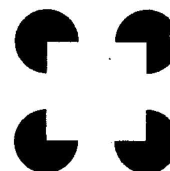
Consecuencias bioconstructivas
En el día a día nos vemos expuestos principalmente a campos eléctricos y magnéticos de baja frecuencia, de entre **1 Hz y 100 kilohercios (kHz)**, que provienen del suministro de electricidad (50 Hz) y de medios de transporte electrificados como el ferrocarril (16 2/3 Hz). Con la difusión de la telefonía móvil, la población se ha visto expuesta a cada vez mayores campos electromagnéticos de alta frecuencia, de hasta **300 gigahercios (GHz)**.

Si un **campo eléctrico exterior** alcanza a una persona, las fuerzas actúan sobre las cargas interiores del cuerpo y provocan corrientes en el mismo, lo que se denomina **inducción electrostática**. En los campos alternos la polaridad cambia continuamente con la frecuencia. Los campos eléctricos se perciben a partir de diferentes valores umbral, dependiendo de la persona. Además de los efectos directos de los campos eléctricos, también existen otros indirectos (p. ej., **corrientes de fugas y electrizaciones**), cuya causa son las diferencias de cargas entre los objetos y el ser humano. Dichas diferencias se compensan cuando se toca un conductor de corriente eléctrica, lo que produce calambres en el cuerpo.
Al contrario que en el campo eléctrico alterno, el **campo magnético alterno** se produce como consecuencia de la inducción magnética de corrientes en el interior del cuerpo. Para la evaluación de sus efectos en la salud, la magnitud clave es la **densidad de dichas corrientes corporales** (medidas en miliamperios/m²: mA/m²). Con independencia de los campos externos, en el cuerpo humano se producen corrientes eléctricas: los nervios transmiten sus señales mediante impulsos eléctricos, el corazón presenta actividad eléctrica ("electrocardiograma") y casi todos los procesos del metabolismo van acompañados del desplazamiento de partículas cargadas (iones). Estas densidades de corrientes naturales en el cuerpo humano rondan los 110 mA/m².
Por todo ello, **se ha fijado un valor límite de 2 mA/m² para la densidad dentro del cuerpo de corrientes producidas por campos exteriores.**
Los electrodomésticos y las instalaciones eléctricas producen campos magnéticos y eléctricos de baja frecuencia en el hogar. En este caso, como también en los de corriente eléctrica para trenes y líneas de alta tensión, la intensidad de campo eléctrica y magnética disminuye rápidamente con la distancia → **3**. Los muros exteriores de los edificios protegen bastante de los campos eléctricos exteriores, pero no son tan eficaces contra campos magnéticos, ya que requieren grandes esfuerzos de aislamiento (imágenes y texto procedentes de: www.bfs.de/elektro, abreviado) [01].







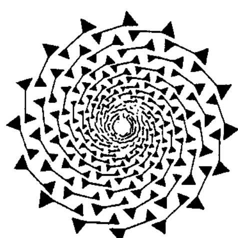


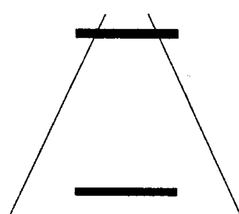
1 Un objeto de color negro parece menor que el otro de color blanco del mismo tamaño. Las personas vestidas de negro parecen más delgadas y las vestidas de blanco más gruesas. Lo mismo vale para los elementos de una construcción

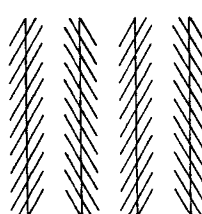
2 Para que unas superficies negras y blancas parezcan de igual tamaño, estas últimas han de reducirse convenientemente. Un color claro junto a uno oscuro hace que este parezca aún más oscuro

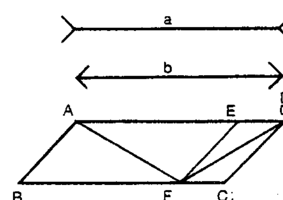
3 ¿Ven también círculos grises entre los cuadrados? Nuestro cerebro "se inventa" los círculos

4 Ilusión de la mente: creemos ver un cuadrado blanco porque creemos ver unas líneas exteriores







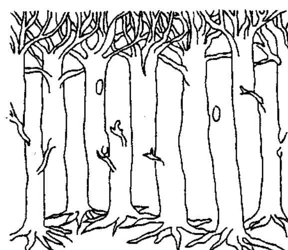


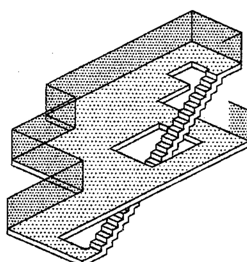
5 ¿Una espiral? La imagen está generada a partir de círculos

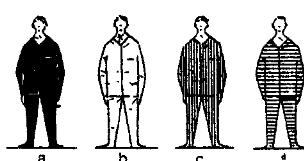
6 La franja inferior no es más corta que la superior, es solo un efecto óptico

7 Las líneas verticales realmente paralelas del dibujo superior parecen converger a causa de la superposición de un rayado en diagonal

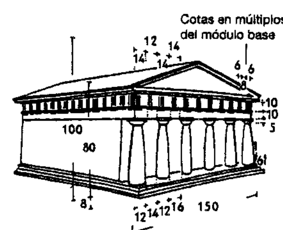
8 Los segmentos a y b, debido a la incorporación de flechas en sus extremos, o por su inclusión en distintas superficies, parecen tener una longitud diferente a pesar de ser exactamente iguales: A-F y F-D







También el color y el dibujo de la indumentaria hacen variar el aspecto de los hombres. El negro da esbeltez → a, ya que este color absorbe la luz. El blanco la resta → b, porque la refleja.

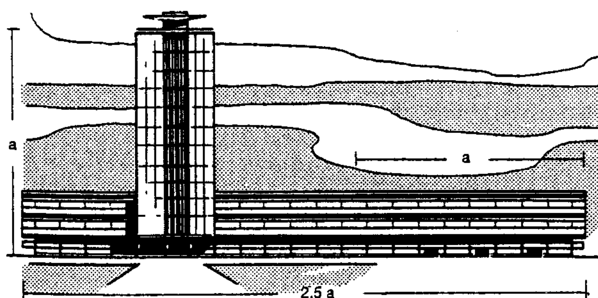


9 ¿Cuántos árboles hay? Ninguno. No hay ninguna conexión entre los troncos y las copas

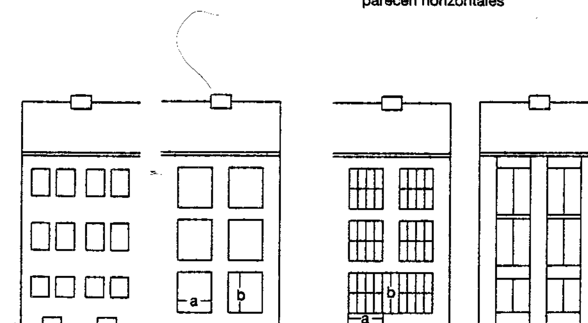
10 Representación engañosa con la manipulación de las reglas de la perspectiva

11 Las líneas verticales aumentan la altura → c y las líneas horizontales la anchura → d

12 Los muros con una ligera inclinación parecen verticales, los peldaños y cornisas con una ligera curvatura hacia arriba parecen horizontales



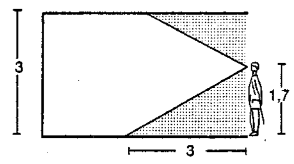
13 Una dimensión en sentido vertical impresiona más a la vista que una idéntica en sentido horizontal



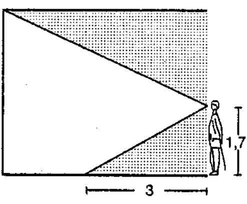
14 Independientemente de la composición arquitectónica (vertical,horizontal o mixta) → 13, la proporción entre huecos y macizos hace variar la noción de escala de un edificio, a pesar de que todos tienen la misma altura y el mismo número de pisos (la carpintería de las ventanas puede ser decisiva en este sentido)

PERCEPCIÓN VISUAL

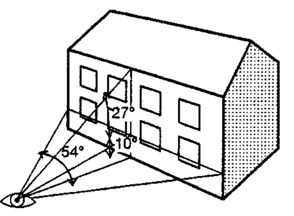
EL OJO



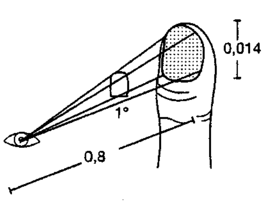
1 Los espacios bajos pueden percibirse con una sola mirada (imagen en reposo)



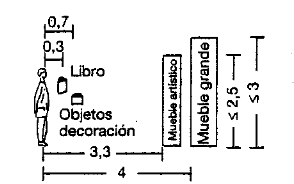
2 Los espacios altos solo se pueden aprehender moviendo el ojo hacia arriba (imágenes en movimiento)



3 El ángulo visual, manteniendo inmóvil la cabeza al mover el ojo, abarca 54° en horizontal, 27° hacia arriba y 10° hacia abajo.



4 El campo del ojo normal fijo abarca un círculo de 1°, es decir, la superficie de la uña del pulgar con el brazo extendido



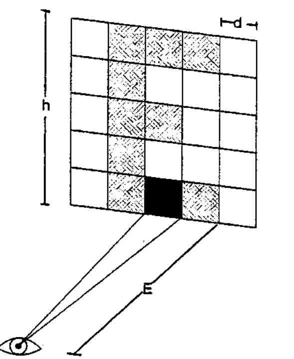
5 Distancias límite

El ojo solo percibe con exactitud los detalles en un ángulo de 0° 1' = campo de lectura, lo cual condiciona la distancia límite hasta los objetos que se han de distinguir; la distancia máxima E viene dada por la fórmula:

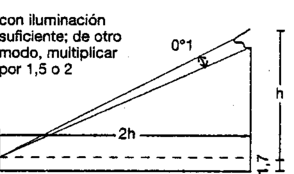
$$E = \frac{\text{objeto d}}{\text{tg } 0°1'}$$

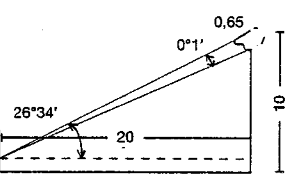
El tamaño mínimo de la pieza módulo d:

$$d = E \cdot \text{tg } 0°1'$$

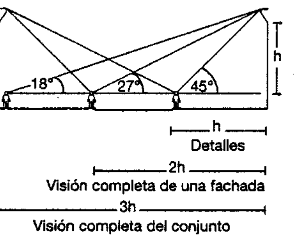


6 Si un escrito ha de ser legible a una distancia **E**, por ejemplo, 700 m, el grosor de las letras (→ 5) debe ser, ≥ 7.000 · 0,000291 = 0,0024 m, la altura normal **h** suele ser cinco veces **d** = 5 · 0,204 = 1,020 m

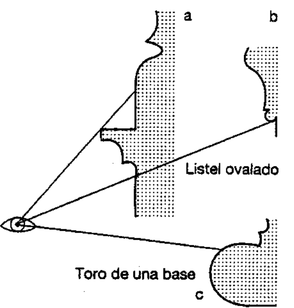




7 El tamaño de los elementos arquitectónicos que aún pueden distinguirse se averigua con facilidad una vez calculada trigonométricamente la distancia al punto de vista (→ 6)



8 En las calles cuya anchura tenga que permitir una visión completa de las fachadas y una aprehensión de los detalles, se han de tener en cuenta las medidas indicadas en la ilustración



9 Los elementos por encima de la cornisa y que deban ser visibles, han de elevarse una determinada altura (a) por encima de ella. Los elementos en relieve pueden ofrecer una superficie mayor a la vista deformándolos un poco (b y c)

La actividad del ojo puede dividirse en mirar y observar. Mirar sirve en primer lugar para nuestra seguridad corporal, la observación empieza allí donde concluye el mirar; conduce a disfrutar de las "imágenes" descubiertas por la mirada.

Según el ojo permanezca fijo en un objeto o se mueva a lo largo de él, se distingue entre imagen en reposo e imagen en movimiento.

La imagen en reposo abarca aproximadamente una superficie circular de diámetro similar a la distancia que hay del ojo al objeto. En el interior de este "campo visual" el ojo percibe los detalles "con una sola mirada" → 3. La imagen en reposo ideal se ofrece en equilibrio. El equilibrio es la primera propiedad de la belleza arquitectónica. (Los fisiólogos investigan la existencia de un sexto sentido, el sentido del equilibrio o sentido estático, en el que también se basaría la sensación de belleza que experimentamos frente a los objetos simétricos y armónicos y frente a las proporciones → págs. 42-45 o frente a aquellas que están en equilibrio).

Más allá de este marco, el ojo percibe sus impresiones a través de imágenes en movimiento.

El ojo en movimiento avanza a lo largo de los obstáculos que encuentra delante de él.

Tales obstáculos, situados a intervalos iguales o irregulares, los percibe el ojo como un ritmo que provoca estímulos parecidos a los que produce la música en el oído ("Arquitectura, música congelada" → Neufert, BOL).

También el efecto que producen los espacios interiores depende de que la imagen esté en reposo o en movimiento → 1 - 2:

Un espacio, cuyo límite superior (techo) podamos percibir como una imagen en reposo, produce una sensación de intimidad, mientras que en caso contrario puede provocar un efecto deprimente.

Los espacios con techo alto, que el ojo solo puede percibir moviéndose, producen una sensación de libertad y amplitud, pero es necesario que tanto la separación entre las paredes como las proporciones globales sean concordantes.

En todos estos casos se debe de tener en cuenta que el ojo está sometido a ilusiones ópticas.

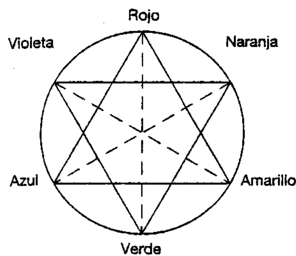
El ojo aprecia con mayor precisión la anchura que la profundidad o la altura, estas últimas siempre parecen mayores de lo que son en realidad. Es sabido que una torre contemplada desde arriba parece mucho más alta que vista desde abajo → pág. 51 → 13.

Las aristas verticales vistas desde abajo parecen inclinarse hacia adelante, mientras que las horizontales parecen combadas por el centro → pág. 51 → 1 - 14.

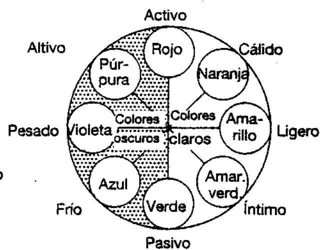
Al considerar estos aspectos no debe caerse en el extremo opuesto (barroquismo) y, por ejemplo, potenciar el efecto perspectiva mediante ventanas y cornisas alineadas en diagonal (San Pedro en Roma) o mediante cornisas, cúpulas y otros elementos arquitectónicos simplemente dibujados en perspectiva. Para determinar las dimensiones es decisiva la amplitud del ángulo visual → 3, los límites del campo visual → 4 y la diferenciación precisa de los detalles es fundamental la amplitud del campo de lectura → 5 - 6.

La distancia desde el ojo hasta el objeto contemplado es la que condiciona el tamaño de los detalles.

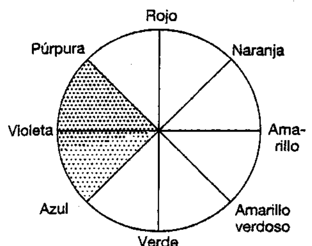
Los griegos se adaptaron a estas normas con tanta exactitud que dimensionaron los astrágalos del entablamento en cada uno de los templos de manera que, a una distancia de 27°, llenan el campo de lectura de 0° 1' → 7 (tal como ha demostrado Maertens en *Der gotische Maßtab*, Berlín, 1884 de cuyos estudios proceden las ilustraciones → 3 - 9).



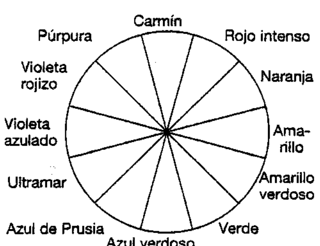
1 El círculo de los colores naturales (según Goethe): rojo-azul-amarillo = colores básicos; verde-naranja-violeta = colores secundarios (que se obtienen mezclando dos a dos los colores básicos)



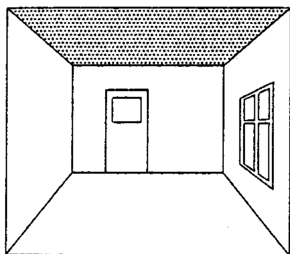
2 Colores oscuros y claros y su efecto en el hombre



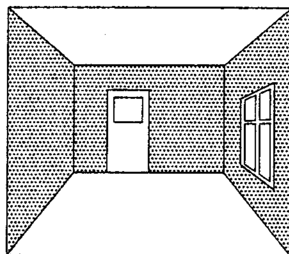
3 Colores pesados y livianos. (No son equivalentes a los oscuros y claros → 2, ya que la sensación de pesadez o liviandad depende de la proporción de rojo básico, además de la oscuridad relativa)



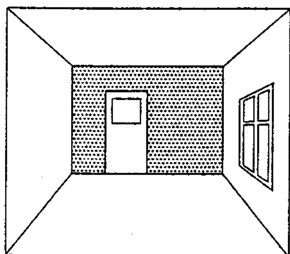
4 El círculo de los doce colores primarios



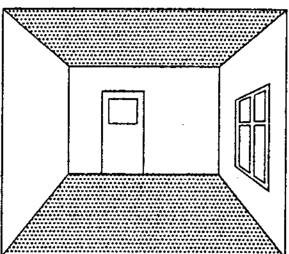
5 Las habitaciones parecen más bajas cuando el techo se acentúa con un color oscuro



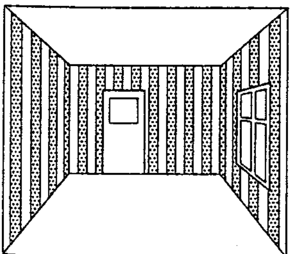
6 Unas paredes laterales y de fondo con color amplían el espacio hacia arriba y hacia abajo



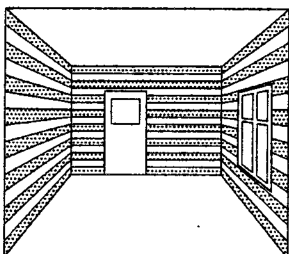
7 Los espacios alargados parecen más cortos cuando las paredes transversales se resaltan con un color más oscuro



8 Las estancias parecen más bajas y amplias cuando suelo y techo presentan un color más vivo que las paredes



9 Las bandas verticales alargan las paredes



10 Las bandas horizontales amplían las paredes y hacen que el espacio resulte más bajo

PERCEPCIÓN VISUAL

EL HOMBRE Y LOS COLORES

Los colores son fuerzas que actúan en el hombre provocando sensaciones de bienestar o malestar, de actividad o de pasividad. La aplicación de determinados colores en oficinas, fábricas o escuelas puede incrementar o reducir el rendimiento, y en las clínicas puede contribuir a que los pacientes recuperen antes la salud.

La influencia del color en los hombres tiene lugar indirectamente, a través de su propio efecto fisiológico, para ampliar o reducir un espacio y, así, a través del efecto espacial, oprimir o liberar → 5 - 10, y directamente, a través de fuerzas (impulsos) que emanan de cada uno de los colores → 2 - 3. El mayor impulso lo posee el color naranja; le siguen el amarillo, el rojo, el verde y el púrpura. En cambio, los de menor fuerza son el azul, el verde azulado y el violeta (colores fríos y pasivos).

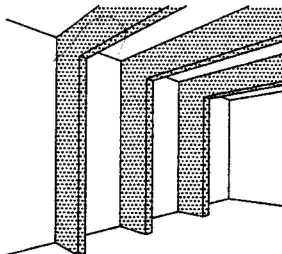
Los colores de mayor fuerza solo deben aplicarse en superficies pequeñas, mientras que los más débiles son más apropiados para grandes. Los colores cálidos son activos, excitantes y, en algunos casos, irritantes. Los colores fríos son pasivos, tranquilizadores o íntimos. El verde serena los ánimos. El efecto de los colores depende además de la iluminación y de la situación. Los colores cálidos y claros producen sensación de excitación contemplados desde arriba; de recogimiento desde los lados, y de liviandad desde abajo. Los colores cálidos y oscuros dan sensación de dignidad desde arriba; de cerramiento desde los lados, y de seguridad desde abajo. Los colores fríos y claros producen sensación de luminosidad desde arriba; de alejamiento desde los lados, y de dinamismo desde abajo. Los colores fríos y oscuros producen sensación amenazadora desde arriba; de tristeza desde los lados, y de pesadez desde abajo. El blanco es el color de la absoluta pureza, limpieza y orden. En la composición cromática de un espacio, el color blanco desempeña un papel fundamental tanto para separar y neutralizar otros grupos de colores como para animar y organizar un espacio.

El blanco, como color ordenador, se emplea para delimitar superficies de almacenamiento y aparcamiento, y también para señalizaciones en la calzada.

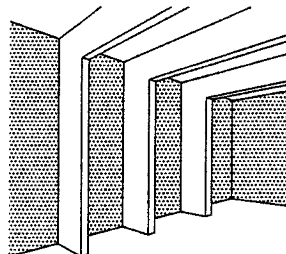
Claridad relativa de las superficies
Valores respecto al blanco teórico (100 %) y al negro absoluto (0 %)

Papel blanco	84	Azul turquesa puro	15
Blanco de cal	80	Verde hierba	aprox. 20
Amarillo limón	70	Verde tilo, pastel	aprox. 50
Tono marfil	aprox. 70	Gris plata	aprox. 35
Tono crema	aprox. 70	Gris revoco de cal	aprox. 42
Amarillo oro puro	60	Gris hormigón seco	aprox. 32
Amarillo paja	60	Mad. contrachapada	aprox. 38
Ocre claro	aprox. 60	Ladrillo amarillo	aprox. 32
Amarillo cromo puro	50	Ladrillo rojo	aprox. 18
Naranja puro	25-30	Ladrillo refractario	aprox. 10
Marrón claro	aprox. 25	Baldosa blanca	aprox. 50
Beis puro	aprox. 25	Piedra de color medio	35
Marrón medio	aprox. 15	Asfalto seco	aprox. 20
Rosa salmón	aprox. 40	Asfalto mojado	aprox. 5
Rojo escarlata	16	Roble oscuro	aprox. 18
Rojo cinabrio	20	Roble claro	aprox. 33
Rojo carmín	10	Nogal	aprox. 18
Violeta puro	aprox. 5	Mad. de abeto claro	aprox. 50
Azul claro	40-50	Lámina aluminio	83
Azul celeste	30	Chapa acero galvanizado	16

11 Claridad relativa de las superficies



12 Los elementos oscuros sobre un fondo blanco dan sensación de mayor relieve



13 Los elementos claros sobre un fondo oscuro parecen más livianos

"El trabajo se inicia elaborando un programa exhaustivo con ayuda de un arquitecto con experiencia y basándose en el cuestionario → págs. 56 y 57.
A continuación se inicia, a la misma escala, el dibujo esquemático de las diferentes salas, en forma de rectángulos sencillos con la superficie correspondiente y señalando las relaciones entre ellas; también debe indicarse la orientación respecto al sol. Durante este trabajo, al proyectista se le va haciendo cada vez más claro el encargo y empieza a visualizarlo.
Pero antes de empezar con el proyecto se debe situar el edificio en el solar, teniendo en cuenta los resultados anteriores. Para ello, es decisiva la orientación solar, los vientos dominantes, las posibilidades de acceso, los árboles existentes y las fincas colindantes. Es necesario agotar todas las posibilidades valorando en cada caso los pros y los contras, siempre y cuando no aparezca desde el comienzo una única solución.

A partir de estas consideraciones, la solución suele encontrarse con rapidez y empieza a dibujarse la forma del edificio con mayor claridad. Ahora ya puede empezar a esbozarse el primer proyecto a partir de las relaciones organizadoras y orgánicas del encargo.
Mediante este proceso, el proyectista obtiene una idea esquemática del conjunto del edificio y de su atmósfera espacial; y a partir de ahí, puede materializar su aspecto en planta y alzado.
Según el temperamento del proyectista, la primera concreción de este proceso es un esbozo al carbón o un modelo aproximado realizado con papeles recortados.
A menudo, dibujantes auxiliares poco diestros hacen que se pierda el valor de este primer croquis.
Con la experiencia y el carácter del proyectista suele aumentar la claridad de las primeras ideas. Los arquitectos maduros, con una larga experiencia, suelen ser capaces de dibujar a mano alzada y a escala precisa el proyecto definitivo con todos sus detalles. De esta manera suelen surgir los proyectos tardíos, de gran claridad, aunque faltos de la audacia de las primeras obras.

Tras completar el anteproyecto es recomendable dejar pasar de 3 a 14 días para lograr un distanciamiento que permita valorar con mayor claridad sus defectos y, además, incorporar las nuevas ideas que a buen seguro habrán surgido, pues el paso del tiempo ayuda a eliminar ciertas coacciones, en parte mediante conversaciones con los colaboradores o el cliente.
A continuación empieza la elaboración del proyecto, la discusión con el calculista, el ingeniero de calefacción, agua y electricidad, la elección del sistema constructivo y las instalaciones.

Finalmente, pero a veces ya antes, los planos del proyecto se entregan a la autoridad competente para que se tramiten los permisos de obra, que suelen tardar de tres a seis meses.
Durante este período se presupuesta la obra y se especifican los trabajos para sacarlos a concurso, utilizando formularios, de manera que al obtener el permiso ya se tengan todas las ofertas y puedan adjudicarse en seguida los trabajos e iniciarse las obras. El proceso descrito hasta aquí requiere, en el caso de grandes viviendas unifamiliares, de dos a tres meses de tiempo desde la formalización del encargo hasta el inicio de las obras y, en el caso de grandes edificios (hospitales, etc.), de tres a doce meses.
No debería escatimarse tiempo en la elaboración del proyecto, pues una preparación cuidadosa permite después un ahorro de tiempo en la ejecución y, además, reduce los gastos de construcción".

1 Extracto de la primera edición alemana de *Arte de proyectar en arquitectura* de Ernst Neufert

¿Qué es proyectar?
¿Cómo funciona el proceso de proyecto y cuál es la diferencia entre "construcción" y "arquitectura"?

Debe reconocerse que aún hoy tiene vigencia el texto que Ernst Neufert escribió para la primera edición de *Arte de proyectar en arquitectura*, donde destacaba momentos decisivos del proceso de proyecto. La dimensión humana del modo de trabajo que puede descubrirse en sus palabras se comunica al lector sin pretensión alguna y alienta al proyectista.
En esta última edición se han suprimido las partes de "Casa y formas", "Elementos constructivos como resultado de la elaboración conforme al material" y "Tipologías"; seguramente Ernst Neufert hubiera interpretado de una manera nueva su punto de vista en lo que se refiere a las fuerzas que impulsan el proceso de definición de la forma en arquitectura. Tras la evolución de la teoría arquitectónica de las últimas dos o tres décadas, ya no pueden responderse con tanta claridad las preguntas de qué forma y con qué fin.
En consecuencia, esta nueva edición, que se dirige a la generación actual de proyectistas, se plantea cómo pueden ser los fundamentos de la labor de proyecto que fomenten hoy una forma arquitectónica auténtica.

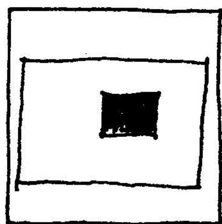
Proyectar parece una tarea muy fácil a la vez que muy difícil, y en esa tarea entran en juego muchos aspectos. No obstante, proyectar siempre trata sobre el **espacio** y su construcción con elementos arquitectónicos: si el espacio se caracteriza por su función, necesita de una serie de espacios y de un orden general, un **tema espacial**. En ese sentido, los elementos arquitectónicos determinan la forma específica y la autenticidad con relación a su época.
Tal como nos enseña la historia, un programa no viene determinado de una forma definitiva por su forma espacial. Una tipología de edificio se transforma muchas veces también por razones que no tienen que ver necesariamente con la función. Un edificio permite usos múltiples, pues es más que un envoltorio para la función, tal como demuestran la larga vida de uso de muchos edificios antiguos.
En la evolución tipológica resulta determinante la representación cultural de un objeto, que se refleja en las variantes de los elementos espaciales y arquitectónicos.

Los edificios de gran influencia en la historia de la arquitectura contienen, por lo general, un tema espacial que se manifiesta de un modo muy preciso y que determina todo el complejo. Lo notable y lo virtuoso puede significar en este caso dos cosas: **la reducción de la complejidad de un programa a un concepto sencillo o una combinación rica de temas en variaciones.**

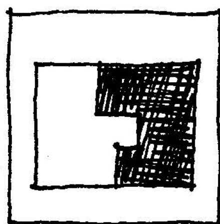
Proyectar nunca es un proceso meramente teórico; las obras son el resultado de procesos intuitivos en los que la capacidad perceptiva y sensual de su creador desempeña un papel importante. A pesar de ello, las obras hacen uso de una gramática arquitectónica estructurada por temas, no por estilos.
Las reflexiones arquitectónicas que definen un edificio forman un sistema complejo de temas que, con diferente intensidad, se encuentran inseparablemente entrelazados. Deben destacarse los elementos fundamentales de un lenguaje arquitectónico y emplearse dentro de una gramática arquitectónica. Los aspectos relacionados son la **tipología**, la **topografía** y los **elementos arquitectónicos**: cada edificio se refiere a un lugar y una situación topográfica que forman y originan un topos; la tipología espacial se escoge para una determinada función y los elementos arquitectónicos dan como resultado la forma del estilo.

PROYECTAR

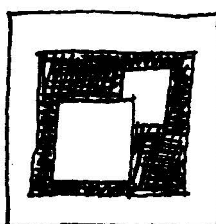
CUESTIONES RELACIONADAS



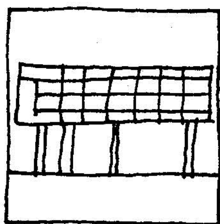
❶ **Volúmenes dentro de la estructura**
Los edificios con una volumetría clara se resaltan de forma plástica dentro de una estructura



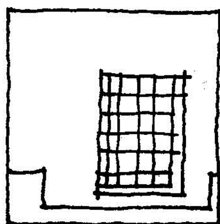
❷ **Volúmenes abiertos y cerrados**
Los espacios y los volúmenes se combinan inseparablemente. El tema espacial abarca tanto conceptos de manzanas con patios como edificios aislados



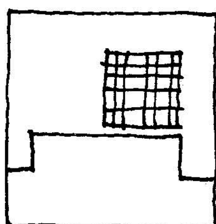
❸ ***Raumplan*/vacíos dentro del volumen**
La forma específica de los interiores, aislados o compuestos en una serie, se organizan dentro de un volumen



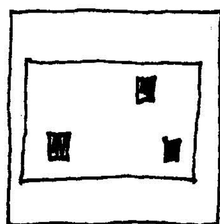
❹ **Sobre *pilotis***
El volumen del edificio se despega del suelo para formar un espacio intermedio



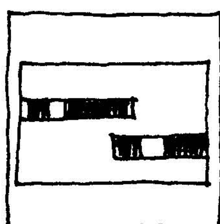
❺ **Cavidad**
El edificio crea un espacio ensimismado, el peso del volumen se hunde



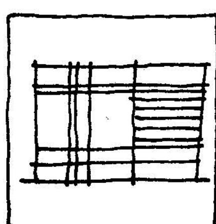
❻ **Zócalo**
El zócalo separa los paramentos verticales de la calle, y su altura aísla al edificio creando un lugar especial



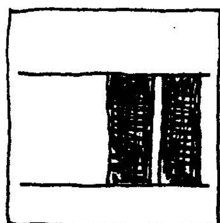
❼ **Puntos sobre la superficie**
Huecos puntuales en un muro



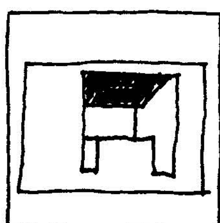
❽ **Líneas sobre la superficie**
Ventanas horizontales o verticales



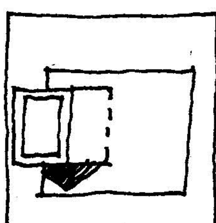
❾ **Retículas sobre la superficie**
Las particiones del vidrio y su construcción forman una retícula de líneas que crean un elemento de diseño propio



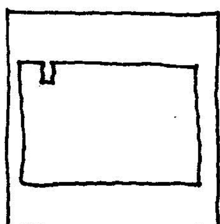
❿ **Paño de muro y pilar**
Muro puntual, lineal, plano



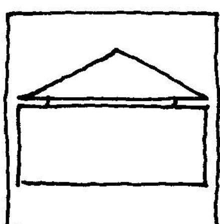
⓫ **Incisos**
Rebajes en el volumen



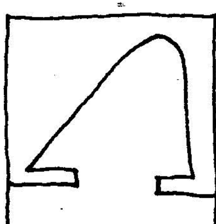
⓬ **Salientes**
Elementos tridimensionales que resaltan del volumen



⓭ **Cubierta plana**
El remate horizontal destaca el volumen del edificio



⓮ **Cubierta como volumen**
Los faldones de la cubierta forman un volumen



⓯ **Edificio-cubierta**
Mismo diseño para cubierta y fachada

Tipología

La tipología de un edificio es resultado tanto de la función como de la construcción y la situación urbanística. La tipología es tridimensional, por lo que debe tratarse como un tema espacial.

Topografía

La topografía tiene que ver con la ubicación excepcional del edificio y, a partir de este hecho, desarrolla su expresión urbanística o paisajística, que marca de modo determinante la calidad del espacio público.

Elementos arquitectónicos

Los elementos que forman un edificio deben proyectarse con relación a la imagen global y atenerse a los principios de diseño, a las exigencias técnicas y a los criterios de uso.

Fachada/huecos → ❼ – ❾
Todos los huecos forman un motivo gráfico sobre el lienzo de la pared. Una combinación de diferentes órdenes puede producir una fachada sobrecargada.

Elementos plásticos → ❿ – ⓬
Son elementos funcionales, como balcones, porches y pilares, que forman estructuras tridimensionales que pautan un muro, pero su diseño no debe desfigurarlo.

Cubierta → ⓭ – ⓯
La cubierta transforma al edificio en toda una escultura. El contexto urbanístico y el concepto arquitectónico son determinantes para la elección de la forma de la cubierta.

A menudo se escatima el trabajo de planificación y se empieza la obra con la documentación incompleta. La consecuencia suele ser que los dibujos «definitivos» y los costes reales solo se conocen cuando la obra está casi finalizada.
En este caso apenas sirven las advertencias y consejos al cliente, sino únicamente la rapidez del arquitecto a la hora de trabajar y su buena preparación tanto en el despacho como a pie de obra.
En todos los edificios se plantean casi siempre las mismas preguntas. Un cuestionario que abarque todos los detalles acelera el proceso si se contesta en el momento de plantear el encargo. Seguramente será necesario realizar algunas puntualizaciones adicionales, pero hay aspectos tan universales que el cuestionario puede ser útil para cualquier construcción, aunque solo sea como estímulo.
El cuestionario que se reproduce a continuación es únicamente un ejemplo de cómo puede ser un formulario impreso, que ahorra trabajo en un despacho y mejora su rentabilidad junto a otros impresos para presupuestos, pliegos de condiciones, etc.

Cuestionario para el informe de encargo

Informe para el encargo número:
Cliente:
Encargo:
Realizado por:
Copia para:

I. Información sobre el cliente

1. ¿Cuál es la importancia de la empresa? ¿Cuál es su situación financiera? ¿Número de empleados? ¿Capital total? ¿De dónde procede la información? (Los datos recogidos han de proceder de una fuente de total confianza).
2. ¿Qué aspecto ofrece la empresa?
3. ¿Con quién debemos tratar? ¿Quién es su sustituto? ¿Quién tiene la última palabra?
4. ¿Qué deseos especiales, desde el punto de vista artístico, posee el cliente?
5. ¿Qué ideas tiene en general sobre las artes plásticas? ¿Y en especial sobre nuestra manera de trabajar?
6. ¿Qué características personales del cliente se han de considerar?
7. ¿Quién nos pone dificultades? ¿Por qué? ¿Qué consecuencias puede tener?
8. ¿Le importa al cliente que más adelante se publique el edificio?
9. ¿Ha de comprender los dibujos un lego en la materia?
10. ¿Quién les ha asesorado antes arquitectónicamente?
11. ¿Por qué motivos no se le ha planteado al arquitecto anterior este encargo?
12. ¿Tiene previsto el cliente realizar otros edificios más adelante? ¿Cuáles? ¿De qué envergadura? ¿Cuándo? ¿Ya se han preparado anteproyectos? ¿Hay posibilidades de que obtengamos el encargo? ¿Qué medidas se han adoptado para conseguirlo? ¿Con qué resultado?

II. Honorarios

1. ¿Cuál es la base para calcular los honorarios?
2. ¿Qué proporción se destina a la decoración interior?
3. ¿Se ha de utilizar como base para el cálculo de los honorarios el coste estimado de las obras?
4. ¿Cuál es el coste estimado de las obras?
5. ¿Nos encargaremos de la decoración interior?
6. ¿Se ha firmado un contrato o se ha dejado constancia por escrito de estos acuerdos?

III. Personas y empresas relacionadas con el encargo

1. ¿Con quién hemos de discutir el proyecto?
2. ¿Con quién hemos de discutir cada uno de los temas específicos?
3. ¿Quién controla los gastos?
4. ¿Cómo se efectuarán los pedidos y cómo se supervisarán?
5. ¿Se pueden realizar pedidos directamente a nombre del propietario? ¿Hasta qué suma? ¿Existe para ello una autorización por escrito?
6. ¿Qué constructor recomienda el cliente?
   Profesión: Dirección: Teléfono:
7. ¿Se necesita un director de obra? ¿Es deseable? ¿Debe tener una gran experiencia o es preferible que sea joven? ¿Cuándo? ¿Fijo o temporal? ¿Cuánto tiempo?
8. ¿El cliente está de acuerdo con nosotros sobre las atribuciones del director de obra?
9. ¿Nos facilitará el cliente un local que pueda servir como oficina de obra y las correspondientes instalaciones de teléfono, fax, ordenador, etc.?

IV. Generalidades

1. ¿Se ha de encargar una valla para cercar la obra, en caso de que no exista ya un cerramiento? ¿Se podrá alquilar a alguna empresa de publicidad? ¿Se ha de colocar un cartel con datos sobre la obra? ¿Qué datos ha de contener?
2. ¿Dirección exacta de la obra? ¿Qué nombre recibirá el edificio?
3. ¿Nombre de la estación de metro más cercana?
4. ¿Nombre de la estafeta de correos más cercana?
5. ¿Habrá teléfono en la obra? ¿Existe algún teléfono público en las proximidades?
6. ¿Horario laboral de los trabajadores?

V. Encargo

1. ¿Quién ha detallado el programa del edificio? ¿Es exhaustivo? ¿Hemos de complementarlo nosotros o alguien más? ¿Ha de volver a recibir el visto bueno del cliente antes de empezar la obra?
2. ¿Con qué edificios existentes, o por construir, ha de relacionarse la obra? → VIII, 9.
3. ¿Qué ordenanzas municipales o estatales debe cumplir? ¿A qué plan urbanístico se ha de ajustar?
4. ¿Qué bibliografía específica existe sobre este tipo de edificios? ¿Qué documentación podemos encontrar en nuestros archivos?
5. ¿Dónde se han construido edificios similares que puedan servir de modelo?
6. ¿Quién está en condiciones de visitarlos?

VI. Bases del diseño

1. ¿Qué aspecto tiene el entorno? ¿Y el paisaje? ¿Qué árboles podemos encontrar? ¿Cuál es el clima? ¿Cuál es la orientación solar? ¿Cuáles son los vientos dominantes?
2. ¿Qué formas tienen los edificios existentes en los alrededores? ¿Con qué materiales están construidos? → VIII, 9.
3. ¿Tenemos diapositivas de los alrededores? ¿Sabemos desde dónde están tomadas? ¿Se han encargado?
4. ¿Qué otros aspectos se han de tener en cuenta en el diseño?
5. ¿Cuál es la altura y el número de plantas de los edificios circundantes? ¿Cuál es la alineación de las calles perimetrales? ¿Cuál es la profundidad edificable? ¿Está prevista la apertura de alguna calle más? ¿Existen árboles (tamaño, tipo)?
6. ¿Qué futuros equipamientos se han de prever ya ahora?
7. ¿Es deseable realizar un plan general de urbanización?
8. ¿Existen ordenanzas específicas para el aspecto exterior de las construcciones de nueva planta en este emplazamiento?
9. ¿Quién es el encargado de conceder la licencia de obras desde un punto de vista artístico? ¿Cuáles son sus ideas? ¿Es aconsejable presentar ya el anteproyecto?
10. ¿Quién es el máximo responsable administrativo? ¿Cómo se puede conocer su dictamen? ¿Cuánto tiempo tardará en resolverse una posible apelación?

VII. Características técnicas

1. ¿Qué tipo de subsuelo hay?
2. ¿Se han efectuado estudios geotécnicos? ¿En qué puntos? ¿Qué resultados se han obtenido?
3. ¿Cuál es la resistencia del terreno?
4. ¿A qué profundidad se encuentra normalmente el nivel freático? ¿Hasta dónde puede subir?
5. ¿Ha existido alguna construcción en el solar? ¿Cómo era? ¿Cuántos pisos tenía? ¿Qué profundidad tenía el sótano?
6. ¿Qué tipo de cimentación parece la más adecuada?
7. ¿Cómo se construirá el edificio? En particular:
   Solera del sótano: ¿Tipo? ¿Carga máxima?
   ¿Revestimiento? ¿Pintura de protección? ¿Impermeabilización frente al agua del subsuelo?
   Forjado de la planta baja: ¿Material? ¿Carga máxima? ¿Con qué? ¿Revestimiento?
   Forjado de la primera planta: ¿Tipo? ¿Carga máxima? ¿Con qué? ¿Revestimiento?
   Cubierta: ¿Tipo? ¿Carga máxima? ¿Con qué? ¿Revestimiento? ¿Pintura de protección? ¿Canalón? ¿Bajantes en el interior o en el exterior?
8. ¿Qué tipo de aislamiento se ha de colocar? ¿Contra el ruido? ¿En vertical? ¿En horizontal? ¿Contra las vibraciones? ¿Contra el calor? ¿En vertical? ¿En horizontal?
9. ¿Cómo serán los pilares? ¿Cómo será el cerramiento perimetral? ¿Cómo serán las divisiones interiores?
10. ¿Cómo se construirá la escalera? ¿Qué cargas recibirá?
11. ¿Cómo serán las ventanas? ¿De acero? ¿De madera? ¿De PVC? ¿De aluminio? ¿Qué tipo de acristalamiento? ¿Doble, sencillo o con cámara de aire? ¿Abrirán hacia adentro o hacia afuera?
12. ¿Cómo serán las puertas? ¿De acero? ¿De madera contrachapada? ¿Correderas? ¿Resistentes al fuego? ¿Con picaporte? ¿Con cerradura?
13. ¿Qué sistema de calefacción se empleará? ¿Qué tipo de combustible? ¿Cuánto tiempo deben durar las reservas de combustible? ¿Gasoil? ¿Electricidad? ¿Extracción de cenizas? ¿Depósito para las cenizas? ¿Cisterna de agua de lluvia para llenar la instalación?
14. ¿Cómo será la instalación de agua caliente? ¿Qué cantidad se necesitará? ¿A qué horas? ¿Dónde? ¿Cuál es la dureza del agua de la red de suministro? ¿Se instalará un purificador?
15. ¿Cómo será el sistema de ventilación? ¿Cuál será el tiempo de renovación del aire? ¿En qué salas? ¿Es necesario un extractor de gases y humos?
16. ¿Habrá un sistema de refrigeración? ¿De qué tipo?
17. ¿Cómo es el abastecimiento de agua? ¿Ø de la canalización? ¿Ø de las bocas de incendio? ¿Cuál es la presión del agua? ¿Experimenta grandes variaciones? ¿Cuáles? ¿Precio del m^3 de agua? ¿Se colocarán grifos en el exterior?
18. ¿Cómo se evacuan las aguas residuales? ¿Conexión a la red pública de alcantarillado? ¿Dónde? ¿Qué Ø tiene la canalización principal? ¿A qué profundidad está? ¿A dónde va a parar? ¿Se puede construir un pozo negro? ¿Está permitido? ¿Balsa propia de depuración? ¿Solo por medios mecánicos o también biológicos?
19. ¿Qué Ø tiene la canalización de gas? ¿Qué poder calorífico? ¿Precio del m^3? ¿Hay tarifa reducida para grandes consumos? ¿Normativa especial para la instalación de gas? ¿Ventilación?
20. ¿Cómo será el alumbrado? ¿Tipo de corriente? ¿Tensión nominal? ¿Posibilidades de conexión? ¿Límite de consumo? ¿Precio del kW para luz? ¿Y para fuerza? ¿Tarifa nocturna? ¿Durante qué horas? ¿Rebaja para grandes consumos? ¿Estación transformadora? ¿Generador propio? ¿Diesel, turbina de vapor o molino de viento?
21. ¿Cómo será la instalación telefónica? ¿Automática? ¿Centralita? ¿Cabinas? ¿Dónde?
22. ¿Señales de llamada? ¿Acústicas? ¿Luminosas?
23. ¿Tipo de ascensores? ¿Cargas máximas? ¿Descarga a nivel del suelo o a través de una plataforma? ¿Velocidad? ¿El cuarto de maquinaria estará arriba o abajo?
24. ¿Qué otros medios de transporte deben instalarse? ¿Dimensiones? ¿Recorrido? ¿Capacidad? ¿Correo neumático?
25. ¿Vertederos y tolvas? ¿Dónde? ¿Tamaño? ¿Para qué tipo de residuos? ¿Incineración de basuras? ¿Prensa de papel?
26. Etcétera.

VIII. Documentación necesaria para el proyecto

1. ¿Se ha comprobado la inscripción del solar en el Registro de la Propiedad? ¿Existe una copia? ¿Contiene algún dato a tener en cuenta en el proyecto?
2. ¿Tenemos un plano de la localidad? ¿Lo hemos encargado? ¿Están indicadas las vías de circulación y los medios de transporte?
3. ¿Tenemos un plano de situación? ¿Lo hemos encargado? ¿Es de alguna entidad oficial?
4. ¿Tenemos un plano topográfico? ¿Lo hemos encargado?
5. ¿Tenemos un plano con la red de suministro de agua?
6. ¿Tenemos un plano con la red pública de saneamiento?
7. ¿Tenemos un plano con la red de suministro de gas?
8. ¿Tenemos un plano con la red de suministro de electricidad? ¿Es subterránea o aérea?
9. ¿Se ha fotografiado el entorno? ¿Conocemos el sistema constructivo de los edificios circundantes?
10. ¿Se han señalizado los puntos de referencia utilizados en el plano topográfico?
11. ¿Se necesita un plano de desmontes y nivelación del terreno?
12. ¿Dónde se ha de solicitar la licencia de obras? ¿Cuántas copias del proyecto se han de entregar? ¿Tamaño de los dibujos? ¿Fotocopias? ¿Encuadernadas? ¿Azul? ¿Rojo? ¿Cómo se han de colorear los planos?
13. ¿Qué requisitos han de cumplir los cálculos de la estructura? ¿Quién se encargará de supervisar los planos? ¿Quién es el máximo responsable?

IX. Documentos de contrata

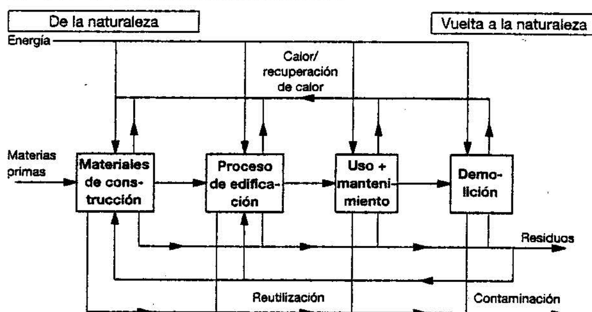
1. ¿A qué distancia de la estación de mercancías se encuentra la obra?
2. ¿Existe un ramal de enlace hasta la obra? ¿Es de ancho normal o de vía estrecha? ¿Cuáles son las posibilidades de descarga?
3. ¿En qué estado se encuentran las vías de acceso rodado?
4. ¿Qué almacenes existen para el material suministrado? ¿Cuántos m^2 al aire libre? ¿Cuántos a cubierto? ¿A qué nivel respecto de la obra? ¿Pueden trabajar varios contratistas a la vez sin molestarse?
5. ¿Se encarga el propio cliente de contratar determinados trabajos y el suministro de algunos materiales? ¿Cuáles? ¿Limpieza de la obra? ¿Vigilancia? ¿Trabajos de jardinería?
6. ¿Se pueden efectuar pagos por adelantado? ¿Qué plazos se han fijado?
7. ¿Cuáles son los materiales que más se utilizan en el lugar? ¿Cuáles son especialmente baratos? ¿Cuánto cuestan?

X. Plazos de entrega

1. ¿Croquis para discutir con los colaboradores?
2. ¿Croquis para discutir con el cliente?
3. ¿Anteproyecto (a qué escala) con presupuesto estimativo?
4. ¿Proyecto (a qué escala)?
5. ¿Presupuesto?
6. ¿Entrega de los planos y documentación necesaria para solicitar la licencia de obra?
7. ¿Duración prevista de los trámites para obtener el permiso de construcción? ¿Qué camino recorren? ¿Hay posibilidad de acelerarlos?
8. ¿Proyecto de ejecución?
9. ¿Comienzo del concurso de adjudicación?
10. ¿Fecha máxima de recepción de ofertas?
11. ¿Adjudicación de la obra? ¿Plazos de ejecución de las obras?
12. ¿Inicio de las obras?
13. ¿Entrega provisional de la obra?
14. ¿Entrega definitiva de la obra?
15. ¿Liquidación de cuentas?

Análisis crítico de las necesidades del proyecto	¿Es necesario un edificio de nueva planta, o puede recurrirse a un edificio ya existente?
Optimización del programa	Interpretación del programa para deducir el espacio realmente necesario Optimización de los caminos
Análisis y optimización de la situación del solar	¿Solar apto para el proyecto? Situación de los edificios existentes, flujos de la circulación, etc.
Optimización del diseño del edificio	Utilidad óptima y posibilidades de cambios de uso (profundidad del edificio, estructura, núcleos de accesos, etc.), diseño, tipología, relación entre planta y fachada, preexistencias, etc. Comodidad para los usuarios
Uso a largo plazo	Durabilidad, posibilidad de cambio de uso, renovación fácil
Utilización de materiales de construcción duraderos	Vida útil más larga, reducción del esfuerzo para mantenimiento y renovación, construcción acorde al material y potencial de envejecimiento de los materiales utilizados
Optimización de las geometrías de los elementos constructivos	Para el aumento del valor útil, mayor gama de aplicación, reutilización y reciclaje
Evitar el uso de materiales y elementos constructivos compuestos difíciles de separar	Mejor capacidad de reciclaje y fomento de reprocesamiento y reutilización de materiales y elementos constructivos usados
Baja contaminación de agentes nocivos de los elementos y los materiales de construcción	Reutilización y reciclaje fácil, fácil eliminación de restos no utilizables, protección de suelo y agua freática
Demolición controlada en caso de perder toda posibilidad de uso	Separación de fracciones de material y reutilización de alto nivel de materiales y elementos de construcción

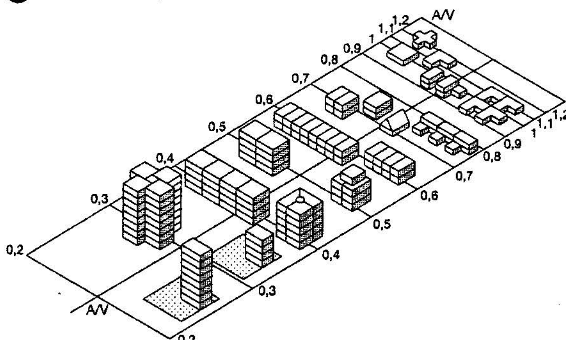
1 Orden de los fundamentos del proyecto [01]



2 Ciclos de energía y materias primas en las fases de vida de los edificios

Dimensión ecológica	Ocupación de suelo Consumo, dispersión y mezcla de materias primas minerales o energéticas Emisiones en forma de polución indeseada de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas que dañan la biosfera y el medio ambiente Residuos que emiten sustancias contaminantes y despojan al ciclo natural de recursos valiosos Ruido, polvo y vibraciones
Dimensión económica	Costes del ciclo de vida de los edificios Inversiones de reforma y mantenimiento en relación con los costes de producción
Dimensión social	Creación y protección de puestos de trabajo Protección de viviendas adecuadas a la demanda, según edades y superficies necesarias Creación de viviendas asequibles Aumento de la cuota de propiedad inmobiliaria Conexión entre trabajo, vivienda y ocio en la estructura de la urbanización "Hábitat sano" dentro y fuera de la vivienda

3 Evaluación de aspectos de sostenibilidad



4 Comparación entre la superficie envolvente y superficie útil por m²
(esquema de Solarbüro, Dr. Peter Goretzki)

CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

GENERALIDADES, PROYECTO, CONSTRUCCIÓN

Sostenibilidad

A partir de la resolución del Programa 21 en la Conferencia de la ONU sobre Medio Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro en 1992, la sostenibilidad ha pasado a ser un concepto central de la política medioambiental nacional e internacional.

Desde hace años, se considera que el desarrollo sostenible es el modelo deseable para el futuro de la humanidad. "Se denomina desarrollo sostenible a una evolución que responda a las necesidades de la generación actual sin poner en peligro las posibilidades de que las generaciones venideras satisfagan las suyas propias y puedan elegir su estilo de vida" (Informe Brundtland, 1987). En 1998, el Ministerio de Medio Ambiente Alemán postuló unas reglas de gestión para un desarrollo sostenible. Regeneración: solo pueden utilizarse los recursos naturales renovables a largo plazo dentro del marco de su capacidad de regeneración. Sustitución: solo pueden utilizarse los recursos naturales no renovables cuando su uso no pueda ser suplido por otros materiales o fuentes de energía. Capacidad de adaptación: a la larga, la liberación de sustancias o energías no deberá superar la capacidad de adaptación de los ecosistemas.

Construcción sostenible

La edificación y el entorno urbanizado desempeñan un papel clave para nuestro desarrollo futuro. La construcción y el funcionamiento de los edificios afectan al medio ambiente de forma fundamental, por lo que debe reducirse al máximo la contaminación. La construcción y el uso de edificios consumen una parte considerable de los recursos naturales, de la energía y el agua. A efectos de un desarrollo sostenible, la construcción de edificios se sitúa en un contexto económico, ecológico y social.

La construcción sostenible consiste en una serie de medidas y conceptos que deben adecuarse al proyecto. Las consecuencias sociales y culturales del proyecto (uso, diseño y estética, protección del patrimonio histórico, etc.) deben tenerse en cuenta como el resto de consideraciones.

Los edificios funcionan durante largos períodos de tiempo, de modo que, por lo general, el ahorro o los gastos adicionales tienen efecto a largo plazo. En todas las fases del ciclo de vida de los edificios (proyecto, construcción, uso, renovación y demolición), el objetivo es minimizar el consumo de recursos y energía, y la menor explotación posible del sistema ecológico. Para ello se han desarrollado instrumentos que comparan y hacen balance de los diversos materiales, sistemas constructivos, etc., según criterios diferenciados: ciclo de vida, flujos de materiales, etc.

Arquitectura sostenible

La calidad de la arquitectura, el diseño y el proyecto desempeñan un papel decisivo en la sostenibilidad del edificio. El esfuerzo necesario para construir edificios siempre debe relacionarse con la duración (probable) de uso; una duración de uso prolongada justifica muchas veces un mayor esfuerzo de proyecto y construcción. La duración de uso de los edificios se sitúa entre 50 a 100 años (2-3 generaciones); muchos de los edificios que actualmente siguen funcionando con el (mismo) uso son considerablemente más antiguos. En consecuencia, los ciclos de renovación y modernización son bastante más largos que los de las instalaciones técnicas.

De ello se deduce que, en lo que se refiere a la sostenibilidad, es muy importante que un edificio tenga más flexibilidad tipológica que las instalaciones técnicas, ya que quedarán desfasadas en tiempo más breve. El interés principal del arquitecto debe ser, por tanto, el proyecto del edificio como composición de la organización y la forma.

CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

USO, DEMOLICIÓN

Calefacción	Agua caliente sanitaria
– Planificación óptima de los sistemas de regulación y control – Consideración de la radiación solar según las fachadas agrupando las instalaciones de calefacción en el proceso de regulación automática – Diferentes controles parciales del edificio con exigencias diferentes – Conceptos ampliados de regulación en el caso de espacios flexibles – Definición de valores prescritos por espacios y especificación del programa temporal	– Estudiar si se prescinde del agua caliente – Para el suministro restante con agua caliente: cumplir las normas vigentes de higiene para el agua de consumo, un consumo razonable de agua y energía y la optimización de los costes del sistema y funcionamiento – Analizar las posibilidades de calentamiento solar del agua caliente para usos sanitarios

❶ Posible ahorro de energía

Iluminación	Calefacción, refrigeración	Climatización	Aparatos eléctricos
Aprovechamiento máximo de la iluminación natural Luminarias con coeficiente de rendimiento elevado Balastos electrónicos para tubos fluorescentes Control electrónico de iluminación Iluminación leve de exteriores	Bombas de circulación autorreguladoras de bajo consumo energético Protección térmica en verano mediante elementos arquitectónicos Cálculo de cargas térmicas para las instalaciones de climatización necesarias	Reducción del caudal de ventilación al mínimo necesario Red de conductos estancos con caída de presión reducida Ventiladores y motores con alto coeficiente de rendimiento	Aparatos de bajo consumo energético (en funcionamiento normal y en estado de reposo) Aparatos con interruptor para la desconexión de la red (si el funcionamiento técnico lo permite)

❷ Posible ahorro de energía eléctrica

Criterios ecológicos	Contaminación por tratamiento de escombros Contaminación por transportes Emisión de sustancias nocivas para la salud Emisiones con consecuencias globales (degradación capa de ozono, acidificación, efecto invernadero) Ruido, emisión de polvo Consumo de terreno Empleo de materiales nuevos Demanda energética para el proceso de eliminación Identificación y separación de lotes contaminados Residuos y su eliminación
Evitar la contaminación por sustitución de procesos de nueva producción	Transportes para la nueva producción Emisión de sustancias nocivas para la salud Consumo de terreno Uso de recursos renovables y no renovables Minimización de la demanda energética para la producción de materiales de construcción Residuos en la producción de materiales de construcción y su eliminación
Consecuencias por aprovechamiento térmico	Coeficiente de rendimiento de combustión de los residuos de materiales de construcción producidos
Criterios económicos	Normas, su aplicación y recrudecimiento Aceptación del producto resultado del tratamiento de escombros Capacidades necesarias Costes
Criterios técnicos	Aprovechamiento de alta calidad Factibilidad técnica

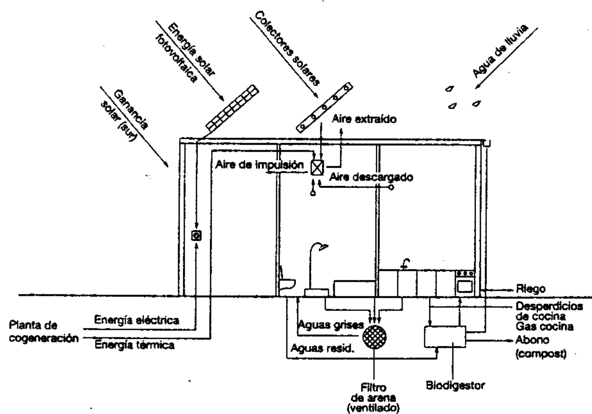
❸ Evaluación de los procesos de eliminación

1.	Evitación Reutilización (p. ej., vigas de acero, ladrillos, etc.) Reutilización (p. ej., prefabricados con nueva función)
2.	Aprovechamiento Reutilización (reciclaje), p. ej., piezas de hormigón como árido reciclado Reutilización (infraciclaje), p. ej., calizas arenosas como relleno Incineración, p. ej., elementos constructivos de madera
3.	Eliminación Compostaje Depósito

❹ Vías de gestión de residuos (fundamentos del reciclaje)

Existen diversos criterios fundamentales para una arquitectura sostenible:
- la relación del proyecto con el lugar y el programa
- la actualidad y autenticidad de lo proyectado
- estructuras eficientes y útiles
- la durabilidad de las construcciones y los materiales
- la fidelidad al material y la capacidad de envejecimiento de los materiales utilizados
- la variabilidad dentro del uso
- un posible cambio de uso en caso de necesidad

A la construcción de edificios con un gran gasto de materias primas y energía le siguen generalmente largos períodos de aprovechamiento; es por ello que en esta etapa del ciclo de vida de un edificio debe ponerse una gran atención.
Una parte importante del consumo de energía y de materias primas se produce durante el uso de edificios mediante aparatos técnicos e instalaciones. Los edificios de nueva planta siempre deben proyectarse acordes al estado actual de la técnica; los edificios existentes deben evaluarse con regularidad para plantear posibles y necesarias puestas al día (aislamiento térmico, instalaciones, etc.) y para poder garantizar un funcionamiento económico.
Además de la durabilidad y la longevidad de las instalaciones, deben tenerse en cuenta los mecanismos y métodos para el ahorro de recursos. Idealmente deben utilizarse círculos cerrados para poder aprovechar o reutilizar agua y energía.
Se debe aspirar a conseguir:
- Salubridad y bienestar en la fase de uso.
- Minimización del consumo de energía y esfuerzos de funcionamiento y manutención, esfuerzo reducido para la limpieza (en parte autolimpiable, para, p. ej., fachadas y cubiertas).
- Minimización del esfuerzo para inspección y revisión.

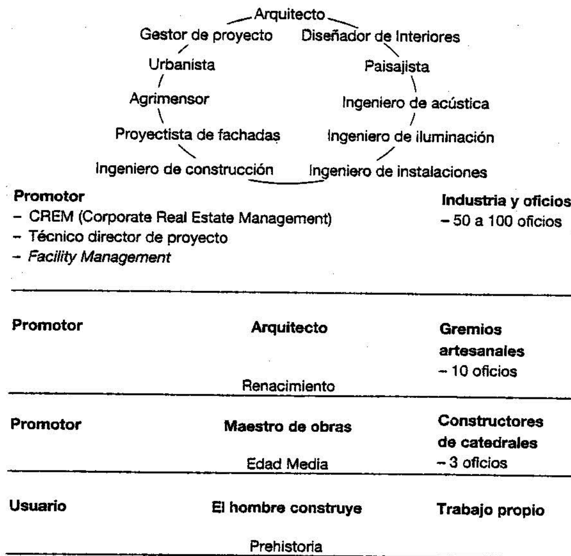


❺ Aplicación de ciclos mediante el ejemplo de un complejo residencial en Friburgo-Vauban Arq: Common & Gies

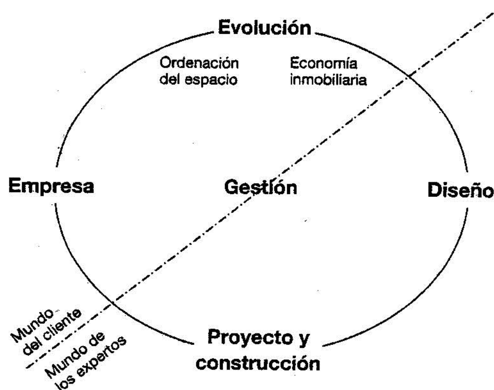
Proceso de diseño

FACILITY MANAGEMENT
Ámbito
Métodos

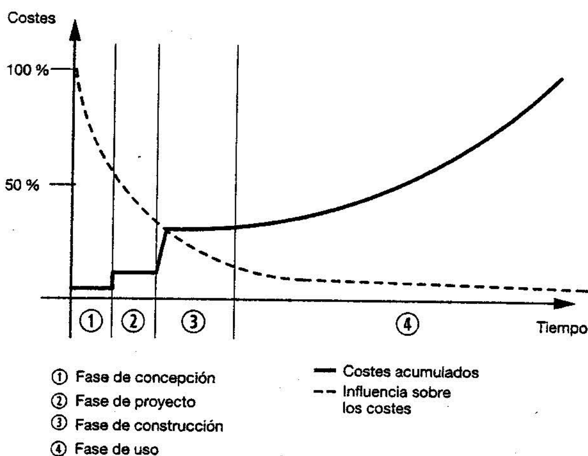
DIN 18205
DIN 276
DIN 277
GIF MF-G
→ pág. 243



1 Producto y productores



2 Hipótesis del ciclo de vida de un edificio



3 Posibilidades de influencia del proyecto sobre los costes del edificio

Responsabilidades y deberes del promotor
En su función de órgano decisorio fáctico de la forma de cada edificio proyectado, el promotor o cliente carga con una parte decisiva de la responsabilidad de su calidad y sostenibilidad.
Al arquitecto le corresponde el papel central de experto asesor que dirige y coordina todas las disciplinas implicadas en el proceso de planificación y construcción, de acuerdo con los objetivos formulados en el proyecto. En la relación con el promotor, el arquitecto ocupa una posición que combina las típicas características del experto (p. ej., la capacidad de convicción a favor de soluciones estéticas y constructivas innovadoras) con las disciplinas de servicios modernos (p. ej., la transparencia y la fiabilidad de declaraciones respecto a coste y plazos).
En vista del excedente de superficie construida a principios del siglo XXI y de la competencia agresiva por ganar compradores y arrendatarios de los edificios, parece conveniente dedicarse también intensamente a las necesidades económicas del promotor tipo.
Los promotores se clasifican en autopromotores e inversores:
- Al autopromotor normalmente le interesa una relación adecuada entre la funcionalidad y un diseño a su gusto, por un lado, y los costes, por otro.
- Al inversor, en cambio, le interesa alquilar o vender su producto en el mercado con el mayor beneficio posible.

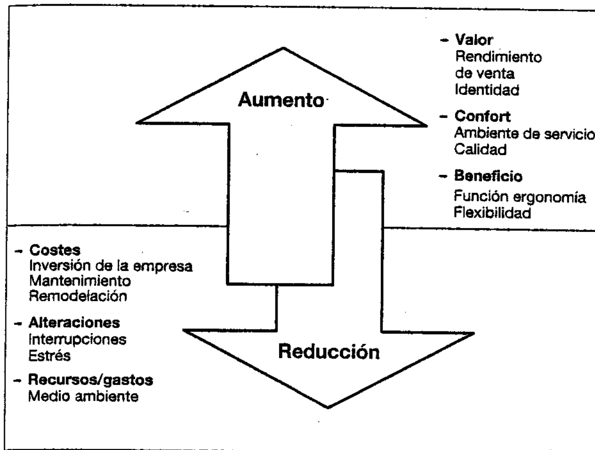
Esto conduce a la necesidad de diferentes procesos de desarrollo, diseño y realización, que —sobre todo en los países anglosajones— han alcanzado una gran profesionalidad y eficacia que anima a la inversión.

Condiciones complejas para edificios
Adaptado de la industria de producción, cada vez se impone más el término de valor añadido a la superficie en una compleja combinación de parámetros cuantitativos y cualitativos:
- Alquileres obtenibles sin consideración de efectos fiscales o políticos.
- Costes completos y deducibles durante la vida completa del edificio.
- Facilidad de remodelación razonable a largo plazo según situaciones de uso planificadas de antemano con todas las consecuencias relevantes, sobre todo en lo que se refiere al funcionamiento sin incidentes.

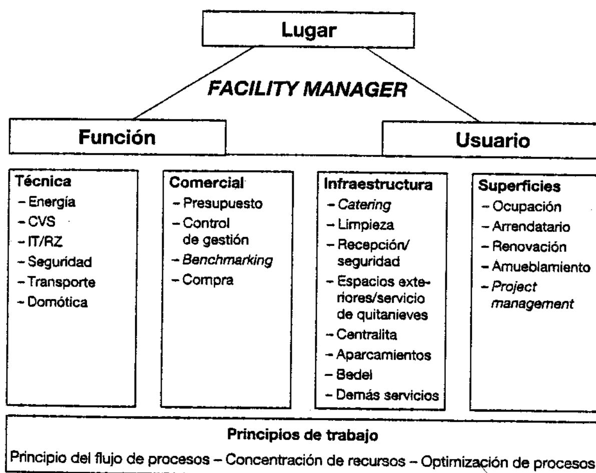
La hipótesis del ciclo de vida del edificio
El modo contemporáneo de abordar un proyecto arquitectónico tiene en consideración todas las fases de vida de un edificio, el denominado ciclo de vida → **2**.
En cada fase se le adjudican todas las características relevantes de función, estética, costes, plazos y organización. Tiene especial importancia la transferencia de conocimientos adquiridos en la fase de funcionamiento al comienzo del ciclo de vida de proyectos siguientes. De este modo, el edificio se transforma en un bien económico cuya responsabilidad recae en quien lo usa y cuida, y que va más allá de su finalidad original.

Desarrollo de proyecto y elaboración del programa
La primera fase de diseño, en la cual se elaboran los programas de espacios y funciones, resulta de gran importancia para el ciclo de vida de un edificio. Para los inversores es necesario desarrollar los típicos escenarios de arrendatarios → **3**.
Con una programación de espacio y funciones concienzuda se pude aumentar el valor del proyecto considerablemente:
- Mejora funcional de los procesos de trabajo y comunicación (denominados procesos primarios o de competencia distintiva) en el edificio.
- Reducción de las superficies necesarias mediante la densificación razonable de usos.

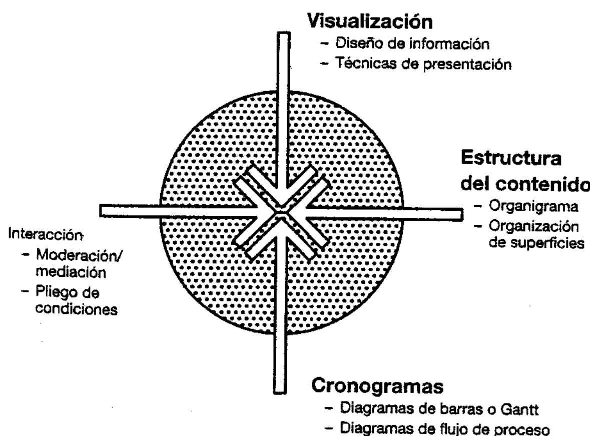
DIN 32736
DIN 18960
GEFMA 100
GEFMA 130



❶ Factores que se determinan y dirigen mediante el *facility management*



❷ Los cuatro pilares del *facility management*



❸ Métodos del *facility management*

Una nueva especialidad
Se denomina *facility manager* (*facility*, del inglés: instalaciones empresariales) al gestor profesional del funcionamiento de todo el edificio que se hace cargo de todas las tareas técnicas delegadas por el propietario.
Este tipo profesional, que tiene su origen en Estados Unidos, sufrió un fuerte desarrollo a finales del siglo xx comparado con la tendencia de la mayor parte de las profesiones relacionadas con el mercado inmobiliario. Los orígenes se generaron en la planificación de la ocupación de superficies (gestión de superficies). La *facility management* (FM) evolucionó a partir de profesiones relacionadas como arquitectos, ingenieros de instalaciones o servicios de infraestructura.
Con un buen uso de la FM puede ahorrarse hasta el 30 %, comparado con la gestión tradicional de edificios. Ya que, en el ciclo de vida total, los gastos de explotación originan alrededor de un 80 % de los costes totales, se impone rápidamente la FM como disciplina clave en la gestión sostenible de arquitectura → ❶.
El principio rector de la FM es centralizar y optimizar muchos servicios relacionados con el edificio y sus usuarios, que generalmente ya existían, pero que estaban organizados de modo disperso.
El arquitecto establece las bases para una FM exitosa; por ello, es el consorte más importante para el trabajo del *facility manager*, o a la inversa, es el arquitecto quien reúne los mejores requisitos para hacerse cargo de las tareas de esta especialidad.
Organización y aspectos de servicio al cliente
La FM se basa en el denominado modelo de los cuatro pilares → ❷. En él se describen las especialidades y se ordenan de acuerdo con las cualificaciones heterogéneas. El *facility manager* es, por tanto, un generalista especializado que gestiona el resto de las disciplinas. En tanto que gestor de edificios para los clientes y nexo consultor general, y debido al amplio abanico de disciplinas que inciden en la FM, es necesario presentar de un modo fácilmente comprensible temas técnicos complejos con todas sus consecuencias, y conseguir tomar decisiones congruentes.
Similar a la tarea del arquitecto, otra de las particularidades de la profesión es la gran gama de temas que debe abordar, desde los estratégicos e intelectuales hasta los operativos y prácticos, de modo que el *facility manager* debe tener la cualificación necesaria para dirigirse de manera conveniente a profesionales que requieren tratos diferentes. Por ello, la esencia de la profesión es tener cualidades como moderador, gestor y dotes de liderazgo, además de cualidades éticas y filosóficas como, por ejemplo, autenticidad e integridad personal, y estar capacitado para la gestión persistente de edificios complejos.
Métodos de gestión
Los métodos de trabajo relevantes en la FM no provienen de las obras reglamentarias del mundo de la construcción, sino de la industria técnica (como la automovilística o la aeronáutica). Los bancos de datos de edificios, la base para todos los procesos de planificación y funcionamiento, y los planos del edificio configurados según aspectos diferentes (CAFM: soporte informático de la FM) derivan de los instrumentos modernos de las disciplinas de arquitectura, dibujo, licitación y memoria de calidades detallada para cada aspecto del proyecto → ❷.
Para la preparación de proyectos y la toma de decisiones, en la FM se emplean parámetros similares a los métodos de gestión de las industrias antes mencionadas:
- Elaboración de alternativas y escenarios con análisis de los costes totales.
- Gestión compleja de calidad y riesgos.
- Moderación y mediación con fundamento psicológico.
- Infografía concisa de informaciones abstractas, diversas y complejas.

DIN 31051

Expectativas medias de vida de elementos constructivos

hasta 10 años

Encalado de fachada
Lacado exterior de ventanas
Papeles pintados
Alfombras
Tratamientos y revestimientos de suelos
Bombas

hasta 20 años

Revestimientos de cubiertas con láminas impermeabilizantes
Pinturas minerales
Toldos
Elementos constructivos exteriores sintéticos
Pinturas de dispersiones sintéticas
Vidrio aislante
Sellados y juntas de silicona
Pavimentos de linóleo y PVC
Griferías
Aparatos de medición y mando
Aparatos eléctricos
Caldera de calefacción central
Instalaciones de ventilación forzada

hasta 40 años

Revoco exterior
Rejuntado de obra de fábrica vista
Carpinterías sintéticas
Herrajes de ventana
Cubrición de fibrocemento
Canalones de chapa de cinc
Sistema de aislamiento térmico por el exterior SATE
Pavimentos de cemento continuos flotantes
Conductos de calefacción y radiadores
Instalación de agua
Instalación eléctrica
Instalaciones de ascensores

hasta 80 años

Revoco exterior
Hormigón visto
Armadura de cubierta de:
- Cerchas de madera con uniones clavadas
- Cerchas de madera laminada

Tejas cerámicas
Escaleras interiores de maderas blandas
Puertas
Ventanas de madera, de aluminio
Alféizares exteriores, vierteaguas:
- Hormigón
- Piedra natural
- Recrecidos sobre capa aislante

Revestimientos de cemento continuos de suelos
Pavimentos de piedra y cerámica
Objetos sanitarios de porcelana
Conductos de desagüe

más de 80 años

Construcciones macizas de:
- Ladrillo
- Ladrillos silicocalcáreos
- Hormigón

Construcciones de acero
Revestimientos de fachadas de:
- Vidrio
- Piedra

Madera con protección contra la intemperie
Elementos constructivos exteriores de acero inoxidable
Armadura de cubierta de:
- Madera maciza
- Acero

Cubrición de pizarra
Alféizares interiores
- Piedra
- Madera dura

Vierteaguas exterior de ladrillo recocido

❶ Puede influirse en la expectativa de vida de elementos constructivos mediante la calidad de ejecución y la revisión. Pueden reducirse los costes de mantenimiento optimizando el acceso a los elementos constructivos propensos al desgaste.

Medida	Definición	Costes, posibilidad de desgravación fiscal y fomento	Consecuencias Reglamento de tarifas de honorarios de arquitectos e ingenieros HOAI	Licencias obligatorias
Mantenimiento	Inspección Revisión Saneamiento Mejora	Gastos de comunidad	Aumento del honorario de la fase 8 (dirección facultativa) de hasta el 50 %	no
Modernización	Mejora del valor útil	Inversión, medidas tal vez calificadas para ayudas estatales	Aumento del honorario del 20-30 %	según circunstancias
Reforma	Cambio de uso	Inversiones	Aumento del honorario del 20-30 %	sí
Ampliación	Construcción de planta nueva en combinación con edificio existente	Inversiones	Aumento del honorario del 20-30 %	sí

❷ Clasificación de medidas en edificios existentes según la tabla de honorarios y sus consecuencias

Conservar
La mera preservación y conservación de daños y huellas históricos de los bienes materiales de monumentos o edificios.

Restaurar
El restablecimiento deliberado y la presentación visible de valores estéticos e históricos. Es prioritario hacer patente un determinado estado histórico, por lo que se pueden eliminar añadidos que desfiguran o restan claridad. En este proceso es posible tapar o destruir otras capas históricas en favor de una impresión uniforme.

Reconstruir
La reconstrucción de edificios destruidos. Ya no se considera conservación y restauración del patrimonio histórico si no se conserva el original, sino que es un edificio de nueva planta.

Anastilosis = reconstrucción de un edificio con fragmentos originales existentes

Translocacion = desplazamiento de un edificio existente.

❸ Clasificación de medidas en edificios existentes según aspectos de conservación

MODIFICACIÓN DE EDIFICIOS EXISTENTES

CONSERVAR Y REFORMAR

Una vez finalizada su construcción, los edificios requieren cuidados y revisiones. Según su función, cuidado y uso, los elementos de construcción y acabado tienen diferentes expectativas de vida. La transición entre revisión, mantenimiento, arreglo o recambio hasta la remodelación es un proceso fluido → ❶.

En intervenciones en edificios existentes, las acciones deberían dividirse según las categorías abajo enumeradas. Además de proporcionar información sobre la necesidad de licencias y autorizaciones, facilita al promotor una clara clasificación de sus inversiones respecto a costes aplicables a ayudas estatales o que pueden ser gravados sobre el alquiler; al arquitecto le ofrece la posibilidad de asignar correctamente unos extras a los honorarios → ❷.

El término frecuentemente utilizado **"rehabilitación"** proviene de la Ley alemana de Ordenación de la Edificación. En ese contexto solo se usa para medidas urbanísticas, y por su acepción poco clara respecto a medidas de construcción, no se recomienda su utilización con relación a gastos y contratos.

El Reglamento alemán de tarifas de honorarios de arquitectos e ingenieros (HOAI) distingue las siguientes medidas::

Mantenimiento
Medidas para la conservación del estado teórico del bien.

Reparación
Medidas para la reposición del estado adecuado para el uso de un bien según su función, siempre que no se trate de reconstrucciones o sean causadas por modernizaciones. Definido en la norma DIN 31051 "Conservación o restablecimiento del estado operativo".

Modernización
Medidas constructivas que conducen al aumento duradero del valor útil del edificio sin cambiar su función, como, p. ej., una mejora de la iluminación, de la protección acústica, accesos (ascensores, accesibilidad sin barreras) y del aprovechamiento energético.

Reformas
Cambios en un bien existente con intervenciones decisivas en la construcción o la sustancia existente.

Ampliaciones
Complementos de un bien existente, p. ej., construyendo una nueva planta sobre el edificio existente o un anexo.

Reconstrucciones
Restablecimiento de bienes destruidos sobre partes del edificio aún existentes. Se consideran construcciones de nueva planta si requieren una planificación nueva.

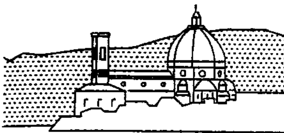
Cambio de uso del edificio
Debido a que en este caso, por lo general se deducen otras exigencias de la normativa de edificación, ¡los cambios de uso requieren una licencia de obra como en los edificios de nueva planta! Los cambios de uso son también los cambios de negocio (p. ej., de local de venta a restaurante), al igual que el acondicionamiento de desvanes no utilizados para usos de vivienda.

Preparación del proyecto

Deben tenerse en cuenta en todas las medidas en edificios existentes, que el reglamento de honorarios HOAI está orientado principalmente a los edificios de nueva planta o reformas con un programa definido. Los honorarios previstos para estudios previos no son suficientes para hacerse una idea fiable de las variantes de uso y sus consecuencias sobre costes y protección del patrimonio histórico. Los estudios previos correspondientes (levantamiento de planos y evaluación de daños), y los conceptos de uso basados en ellos y en variantes con desglose de costes, deberían concretarse como "prestaciones especiales", e incluso como peritaje antes empezar el proyecto en sí, para proporcionar al promotor una base fiable para el proyecto. La falta de tales bases de proyecto es una de las principales causas del incremento de gastos en las obras en edificios existentes.

MODIFICACIÓN DE EDIFICIOS EXISTENTES

CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DEL PATRIMONIO HISTÓRICO


Catedral de Florencia

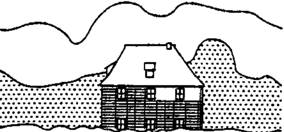
Importancia artística

Edificio como:
- obra artística individual
- ejemplo característico de un estilo arquitectónico


Mina

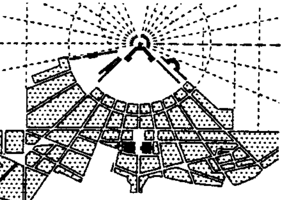
Importancia tecnicocientífica

Edificio como ejemplo de:
- construcción especial o ejecutada por primera vez
- ejecución artesanal especial
- estado original inalterado de construcciones o ejecuciones típicas


Casa de campo de Goethe

Importancia histórica

El edificio como lugar de:
- importantes acontecimientos históricos
- la obra de personalidades importantes (casa natal, vivienda, casa donde falleció)


Planta de la ciudad de Karlsruhe

Importancia urbanística

Edificio como parte de:
- un conjunto urbano uniforme
- del crecimiento de una ciudad a lo largo de la historia
- una estructura típica de pueblo

❶ Criterios para la evaluación de bienes inmuebles históricos

	conservador	restaurador
Punto de vista	histórico documental relativo al material	artístico estético relativo a forma y función
Bienes que deben protegerse	**Material** Material original con todos los cambios históricos como medio de la calidad histórica y arquitectónica	**Expresión** Expresión visual/idea artística como medio de la calidad arquitectónica
Objetivos de las medidas de conservación del patrimonio	En la medida de lo posible, conservar el material en el estado histórico legado Visualizar la historia	Aclarar, desvelar y reconstruir el estado original
Tipo de medida	**Preservar mediante la conservación** Inspección continua de la obra Arreglo inmediato de los pequeños daños en técnica original	**Reconstrucción** Arreglo, y posible demolición, hasta restablecer el estado original
Reconstrucción de bienes destruidos	Ilícito, como máximo en forma de la anastilosis (volver a colocar en su sitio el material original derruido)	Reconstrucción como restablecimiento del aspecto original según fuentes de archivo
Anexos y reformas contemporáneas	Difícil, pues la actualización está implícita en el enfoque de conservación, pero es apenas posible sin destrucción de material histórico	Difícil, pues compite con la expresión artística original
Crítica	Solo legible para expertos. Los edificios deformados se conservan. Cambios de uso, reformas y modernizaciones se admiten como parte de la evolución histórica, apenas factible en caso de interpretación ortodoxa (¡sin destrucción de material histórico!).	Ignorar la evolución histórica Destrucción de adiciones posteriores de valor artístico En caso de pocas fuentes históricas: peligro de invención pseudohistórica. Conflicto frecuente: ¿qué estados históricos deben sacarse a la luz?

❷ Diferentes posturas y consecuencias para la restauración y la conservación

Se denominan conservación y restauración del patrimonio histórico todas aquellas medidas que tienen como objetivo la conservación de bienes culturales en su estado original. El objetivo es la conservación y transmisión de edificios existentes considerados de valor histórico, para conservar con ellos una memoria cultural que puede aportar identidad y sostenibilidad en forma de recurso histórico. En la *Carta de Venecia* de 1964 se establecieron los fundamentos más importantes.

Los edificios del patrimonio monumental solo pueden conservarse atribuyéndoles un uso razonable, y siempre debe alcanzarse un acuerdo entre la conservación y el cambio.

Conservación y restauración públicas del patrimonio histórico

Los deberes de las instituciones públicas de conservación y restauración del patrimonio histórico abarcan la evaluación, el registro (inventario), la conservación y la divulgación de monumentos históricos.

La investigación básica de las ciencias naturales, la conservación y el fomento de habilidades artesanales tradicionales, el asesoramiento técnico de promotores y empresas constructoras y la información pública en forma de publicaciones, exposiciones y conferencias son otras tareas de la conservación y restauración del patrimonio histórico.

En los catálogos de monumentos históricos se enumeran todos los bienes protegidos. Para cada uno de ellos se debe justificar su valor como monumento histórico. Los criterios de valoración se basan en la importancia histórica, artística, urbanística, científica, técnica o folclórica del monumento → ❶. Según la legislación de cada país, se distinguen los catálogos de monumentos históricos como listados constituyentes o declaratorios, pág. 64 → ❸.

La determinación de cuál es el valor patrimonial primordial conduce a enfoques contradictorios en la conservación del estado actual o del restablecimiento del estado original de un monumento → ❷.

El enfoque de restauración tiene como meta el restablecimiento de un cierto estado histórico del edificio, aunque suponga la eliminación de algunas huellas históricas. En el caso de reconstrucción de elementos constructivos a partir de documentación original insuficiente, se corre el riesgo de caer en una interpretación historicista.

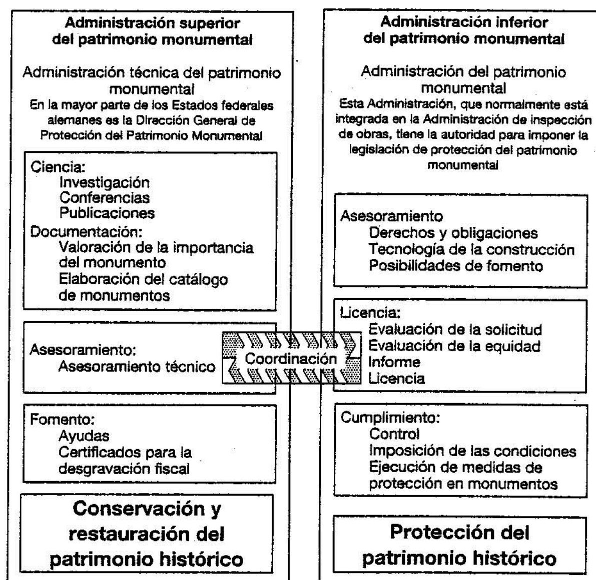
La conservación del estado actual (enfoque conservador) hace visibles la evolución y el uso histórico; es decir, el transcurso de la historia, pero asume que se deje poco clara la forma original.

Ambas posturas tienen su razón de ser, pero a menudo se defienden dogmáticamente. No obstante, deberían ser discutidas y establecidas según cada uno de los casos y con relación al objeto en cuestión, ya que determinan consecuencias importantes en el trato del monumento. El razonamiento del enfoque exclusivamente conservador admite la evolución histórica con anexos y reformas modernas, pero se encuentra con el dilema de que cada acción constructiva supone también la destrucción de cierto material histórico.

Conservación y restauración del patrimonio arqueológico del suelo

La conservación y restauración del patrimonio arqueológico del suelo tiene como fin la protección de huellas humanas en el territorio (yacimientos arqueológicos). Al contrario de los edificios que son monumentos históricos, están protegidos todos los yacimientos conocidos e incluso los no descubiertos. Siempre que sea posible deberán conservarse en el suelo como "archivo", ya que cada exploración o excavación completa supone su destrucción y se priva, por tanto, del examen con métodos futuros más precisos. Si no es posible la conservación, el causante se hará cargo del rescate y la documentación (excavaciones arqueológicas). Esta obligación también se extiende a yacimientos descubiertos durante una obra de edificación.

Oficinas del patrimonio monumental



❶ Principio de la división de poderes de protección y conservación del patrimonio monumental. En cada Estado federal de Alemania, las autoridades pueden estar repartidas de modo diferente

	Fundamento de la protección	Consecuencia
Monumento aislado	Ley de protección del patrimonio monumental	La sustancia y la presencia están protegidas, para todas las reformas e intervenciones se requiere licencia
Ámbito del patrimonio Protección del conjunto	Vecindario colindante de un monumento protegido o ubicación en una zona de protección monumental fijado por estatutos (basándose en la Ley de protección del patrimonio monumental)	Solo está protegida la imagen exterior, pero no la construcción material en sí. Según el estatus, las modificaciones de la imagen deberán coordinarse o autorizarse
Estatuto de conservación	Ubicación en una zona definida por estatutos (refiriéndose al Código Alemán de Construcción)	Protección se refiere a fines definidos en la Ley del suelo alemana, pero no al diseño de la imagen exterior

❷ Distinción y repercusión de diferentes posibilidades de protección

	Constituyente	Declaratorio
Cualidad de monumento	Se determina por un procedimiento administrativo que culmina en la inscripción en el catálogo de monumentos	Es cualidad intrínseca y no depende de ninguna inscripción en un catálogo o listado
Inscripción en el catálogo de monumentos	Procedimiento formal, sirve de fundamento para la aplicación de la Ley de protección del patrimonio monumental. Debe notificarse la inscripción del bien al propietario	No conlleva consecuencias legalmente vinculantes y solo comporta información científica. No es necesario notificarlo al propietario
Consecuencia	Seguridad jurídica del propietario pero gran aparato administrativo para los órganos competentes y los ciudadanos	La clasificación como monumento histórico no puede determinarse sin que se haya presentado una solicitud formal ante el órgano competente

❸ Consecuencias legales del tipo de catálogo y listados de monumentos históricos

MODIFICACIÓN DE EDIFICIOS EXISTENTES

PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO HISTÓRICO

La protección del patrimonio histórico es el fundamento legal que permite que el Estado influya en la intervención de los monumentos históricos. En Alemania, la protección del patrimonio histórico está bajo la tutela de los Estados federales y se rige por diferentes leyes de protección de monumentos. La protección del patrimonio histórico es un derecho vigente, como el resto de exigencias legales relativas a la construcción. Si se produce un conflicto con otros derechos, debe sopesarse la decisión caso por caso. Normalmente se producen conflictos con las exigencias de la protección contra incendios, el derecho a libre aprovechamiento económico de la propiedad y las obligaciones de mantenimiento del propietario. Puesto que legalmente todos los intereses tienen los mismos derechos, el gobierno toma las decisiones de acuerdo a la protección del patrimonio monumental mediante información, asesoramiento y ayudas económicas (fomento, posibilidades de deducción y otras facilidades fiscales).

Tipos de protección del patrimonio monumental

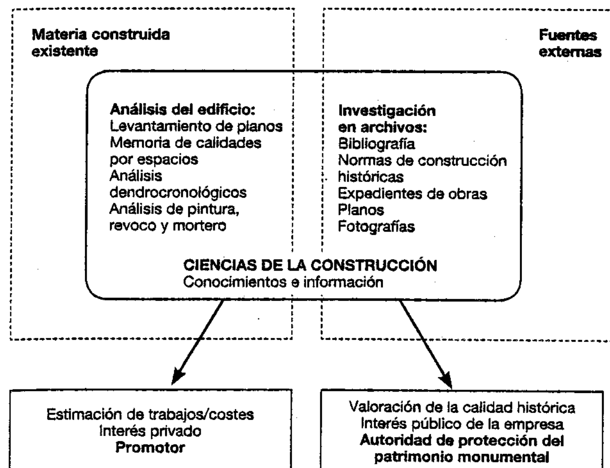
En el caso de un monumento aislado se protege la totalidad material y el entorno colindante. Todas las modificaciones del material, la imagen y el uso requieren licencia. Debido a la protección del entorno, también puede ser competencia de la Administración de protección del patrimonio —e incluso exigir licencia— los cambios en los edificios vecinos que perjudiquen a la imagen del monumento.

La protección del patrimonio en Alemania no conoce valoraciones o categorías diferenciadas. Una gradación del carácter de protección solo se crea partiendo de la protección del entorno de monumentos incluida en la Ley de protección del patrimonio histórico y del deseo de conservar zonas o barrios enteros en su forma urbanística. La protección de bienes afectados por ello solo se refiere a su apariencia externa. La determinación de las zonas protegidas, la protección de conjuntos o estatutos de protección del patrimonio son las ciudades y los municipios. En estas zonas, se deben coordinar todos los cambios de la envolvente del edificio y en el paisaje con los órganos competentes. A veces es necesario solicitar una autorización, aunque la intervención en sí no requiera licencia de obra → ❷.

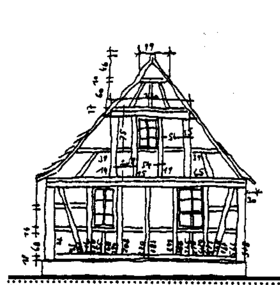
Debido al gran margen que existe entre ciertas cuestiones discrecionales y las posiciones diferentes de los encargados de la protección del patrimonio, se aconseja entrar en contacto lo antes posible con los cargos determinantes de la protección del patrimonio para consensuar una solución aceptable.

Protección de edificios existentes

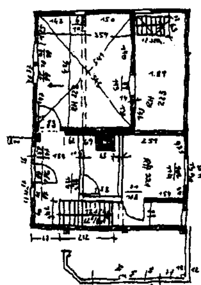
La protección de edificios existentes debe evitar que nuevos reglamentos o leyes prohíban usos existentes. Esta protección se otorga a edificios o sus usos, que según la legislación actual no obtendrían licencia, pero que fueron autorizados o hubieran podido haber sido autorizados en el pasado. Los edificios que jamás hubieran obtenido licencia no disfrutan del derecho de protección; la antigüedad no tiene importancia. Los edificios protegidos pueden mantenerse y modernizarse, aunque debe conservarse la identidad de los mismos. Se pierde el derecho de protección en el caso de cambios de uso, de sustitución de material construido u otras modificaciones sujetas a licencia. En tal caso, el edificio tiene que adaptarse a los estándares actuales. Si esto no ocurre, la autoridad competente puede ordenar su demolición. Es importante que desde el principio se contacte con los órganos competentes en materia de protección del patrimonio para comprobar si existe el derecho de protección y en qué términos. Dentro del marco del procedimiento de autorización de bienes patrimoniales pueden acordarse permisos excepcionales para ciertas normas. Para tener certezas en el proceso de proyecto, es aconsejable hacer consultas a los organismos competentes.



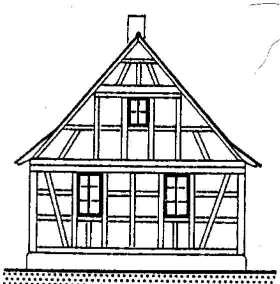
❶ Las investigaciones constructivas y la documentación ofrecen al promotor la seguridad de planificación y costes, y a las autoridades de protección del patrimonio monumental criterios para evaluar las medidas de protección y las ayudas económicas



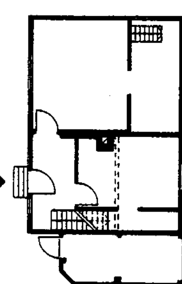
❷ Levantamiento de planos: croquis acotado



❸ Levantamiento de planos: planta edificio existente, croquis



❹ Levantamiento de planos: alzado edificio existente



❺ Levantamiento de planos: planta edificio existente, plano base

	Escalas	
I	1:100	Esquema de la tipología del edificio y de la distribución de la planta, estimación de superficies y análisis de uso; estos datos son suficientes para medidas que no influyen en la composición del edificio
II	1:50 Precisión ± 10 cm	Registro más preciso de la geometría, ordenación de la posición vertical de las plantas, representación de la estructura
III	1:50 Precisión ± 2,5 cm	Levantamiento métrico descriptivo preciso como base para la restauración, el proyecto de ejecución y estudios científicos
IV	1:25-1:10 Precisión ± 2 - 0,5 cm	Levantamiento métrico descriptivo exacto para edificios con mayores exigencias científicas y técnicas para ejecución
V	1:25-1:1 Precisión ± 2 - 0,1 cm	Levantamiento métrico descriptivo para arqueología y construcción en edificios y bienes especialmente exigentes

❻ En DIN 1356 (parte 6) solo se definen los grados de precisión 1 y 2. En proyectos de protección del patrimonio difíciles y en estudios científicos, estos se pueden ampliar hasta sumar 5 grados.

MODIFICACIÓN DE EDIFICIOS EXISTENTES

TOMA DE DATOS DE EDIFICIOS EXISTENTES

Toma de datos de edificios

Una documentación gráfica y escrita del estado existente es una base determinante de la planificación en proyectos de remodelación. Los planos del edificio existente y la memoria de calidades detallada por espacios deben ser elaborados in situ por el proyectista, incluso cuando ya exista documentación, pues de este modo obtiene una impresión de primera mano de los daños del conjunto y el estado del edificio. Los estudios deberían realizarse sin destruir elementos. Si son necesarias intervenciones en el material existente, estas deben coordinarse con el promotor y el órgano competente en materia de patrimonio monumental, y deberán ser ejecutados por especialistas (restauradores, expertos en construcción).

Documentación gráfica del edificio existente

La representación y la exactitud de la documentación gráfica del edificio existente y su estado depende de los objetivos de la intervención → ❻.

En la representación se distinguen la exactitud de la medición y la representación gráfica. La exactitud de medición no depende solo de los aparatos de medición empleados, sino también de la metodología del levantamiento y las imprecisiones resultantes (ángulos extremadamente agudos, errores en medidas sumadas). En los grados de precisión I y II, el valor medido es en general más preciso que la representación gráfica.

Los planos base elaborados sirven como patrón para el registro de daños, representación de las edades de los edificios o sus partes, documentación del reconocimiento y punto de partida para el proyecto básico, el catálogo de medidas y la documentación de la ejecución.

Documentación escrita del edificio existente

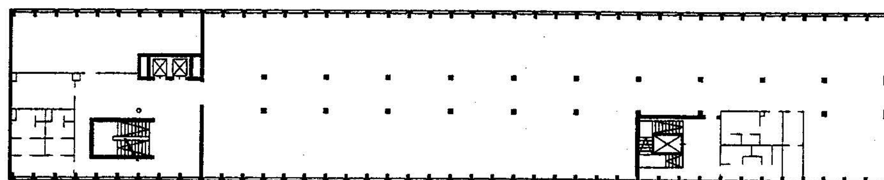
Una memoria general de calidades deberá incluir toda la información fundamental sobre el bien: información sobre el solar, situación de la propiedad, determinaciones constructivas, usos del edificio, datos sobre la financiación, arrendatarios e ingresos por alquileres, antigüedad del edificio, cronología de las fases de construcción, características de diseño de la historia de la arquitectura, materiales de construcción, estándares de equipamiento, equipamiento técnico, estructura, singularidades constructivas, etc. En una memoria de calidades por espacios se registra por escrito y con imágenes (croquis, dibujos y fotografías) cada local del edificio existente, se describen medidas necesarias y se anotan los trabajos ejecutados. La numeración de los locales se efectúa por plantas, empezando con el pasillo y en sentido de las agujas del reloj. En los números ordinales debe reconocerse la planta (p. ej., B05 para un local en la planta baja o 1.08 para un local en la primera planta).

Construcción

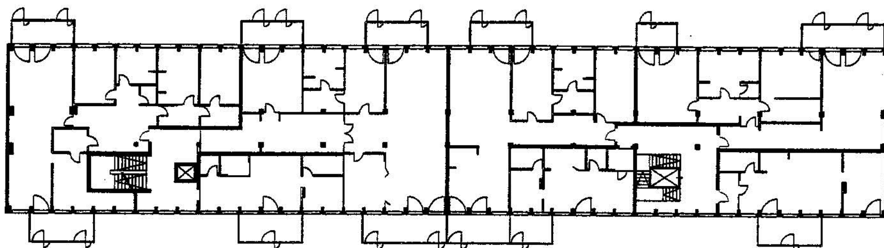
Los conocimientos sobre cada una de las fases de construcción, las técnicas utilizadas y las intervenciones posteriores en la organización del edificio no solo sirven para la valoración de la calidad histórica, pág. 63 → ❶, sino, sobre todo, para elaborar un anteproyecto y un presupuesto fundados. Algunos análisis pueden ser ejecutados por el proyectista mismo (p. ej., la investigación en los archivos correspondientes, ya sea de la Administración de urbanismo, el archivo municipal, etc.), mientras que para otros deberían contratarse a los expertos específicos (restauradores y expertos en los materiales de construcción, estudios de colores, dendrocronología, método de datación por radiocarbono, análisis de pinturas, revocos y morteros). Los resultados no solo dan pistas sobre la antigüedad y las posibles zonas problemáticas debidas a reformas anteriores, sino que también permiten la selección de materiales de construcción inofensivos y dan paso a una descripción precisa de los procedimientos en el presupuesto de licitación → ❶.

MODIFICACIÓN DE EDIFICIOS EXISTENTES

REMODELACIÓN



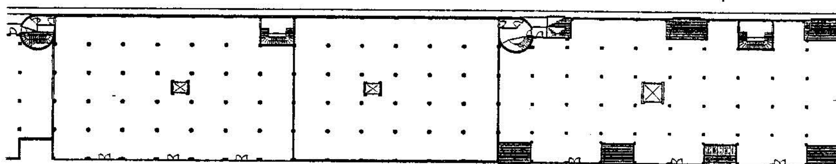
1 Estado actual de un edificio de oficinas de 1965



2 Remodelación del edificio de oficinas para convertirlo en viviendas de 60-200 m²



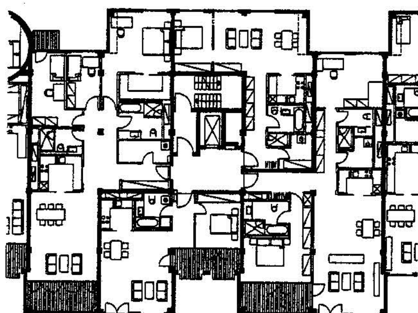
3 Remodelación de un antiguo almacén en edificio de viviendas y oficinas. Nuevo diseño de la fachada



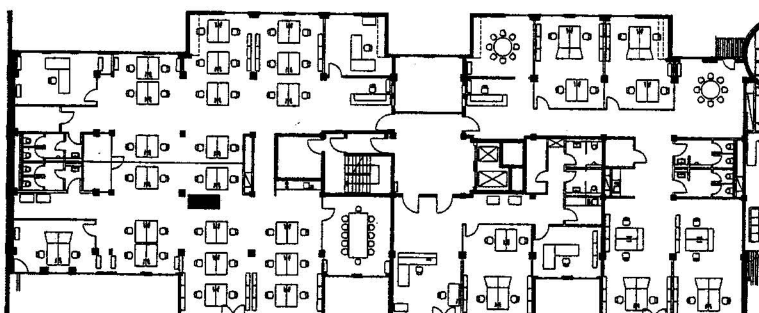
4 Planta del estado actual

Construcciones de hormigón

La conservación de edificios de valor histórico es tan solo uno de los aspectos en la intervención sobre edificios existentes. La remodelación y reutilización de edificios es también una aportación a la sostenibilidad. Gran parte de los edificios de oficinas e industriales del último siglo ya no cumplen las exigencias actuales. El fundamento más importante para saber si se pueden seguir utilizando estos edificios, en su mayor parte construidos con hormigón, es el análisis y el reconocimiento de la estructura. A ser posible, este análisis debería ser llevado a cabo por un ingeniero especializado con experiencia, antes de la fase de estudio previo y proyecto, ya que ofrecen una ayuda determinante para la decisión sobre la utilidad y los posibles usos del edificio.
Además del peritaje in situ, también son útiles los expedientes del edificio y conocer la normativa constructiva histórica, puesto que en el caso de edificios de hormigón apenas son posibles análisis no destructivos.
Además de las exigencias estructurales, deben cumplirse las necesidades físicas de la construcción. Serán necesarias medidas de acondicionamiento para cumplir con las normas actuales, p. ej., el aumento del recubrimiento de la armadura en la protección contra incendios o el endurecimiento de las disposiciones sobre protección térmica.



5 Variante con viviendas

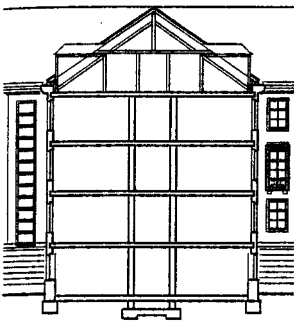


6 Variante con usos administrativos

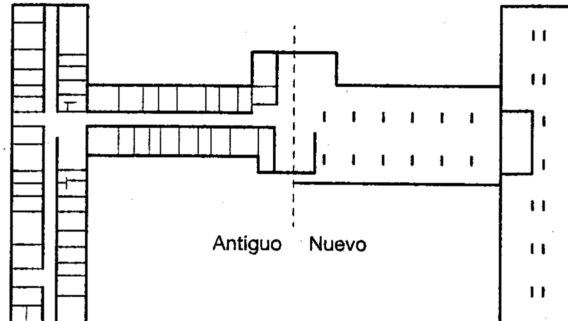
Arqs.: Kister Scheithauer Gross

MODIFICACIÓN DE EDIFICIOS EXISTENTES

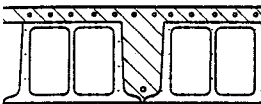
REMODELACIÓN



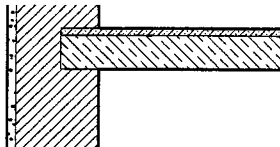
❶ El sistema portante existente, con forjados calculados como vigas continuas apoyadas sobre los muros interiores y exteriores

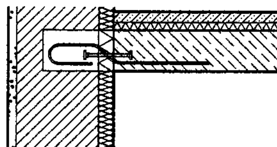


❷ Remodelación de un edificio de oficinas en uno de viviendas.
Ampliación del ala principal, nuevos forjados y una estructura nueva facilitan particiones interiores muy variadas

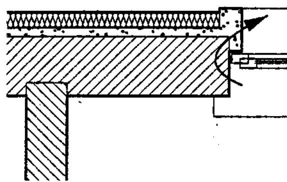


❸ El acondicionamiento del forjado nervado con piezas de relleno solo hubiera sido posible con grandes esfuerzos

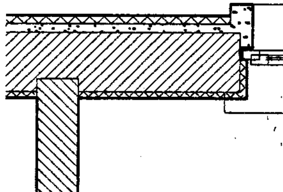




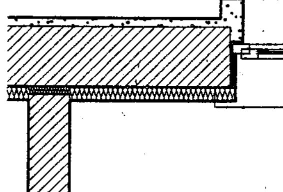
❹ Se sustituyó el forjado nervado con piezas de relleno por una losa de hormigón armado; para evitar puentes térmicos se apoyó el forjado en el muro exterior sobre apoyos con ruptura del puente térmico



❺ Con la protección térmica por el exterior se pierde el relieve de la fachada y resulta difícil evitar los puentes térmicos



❻ El revoco aislante por el exterior con placas de silicato de calcio por el interior.
La imagen visual de los elementos en relieve se debilita

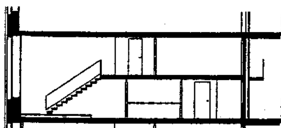


❼ El revoco aislante por el interior de la fachada no modifica las paredes interiores, que se entregan con elementos de ruptura de puente térmico

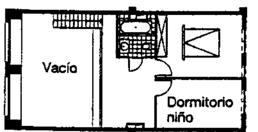
Acondicionamiento de un edificio de obra de fábrica

En lo que se refiere a la licencia de obras, los cambios de uso se consideran edificios de nueva planta. Normalmente, los forjados antiguos no cumplen las exigencias de protección acústica, térmica y contra incendios, por lo que es necesario acondicionarlos. Las medidas constructivas necesarias para mitigar el ruido de impacto, la protección contra incendios y los refuerzos estructurales debido a las cargas adicionales reducen considerablemente la altura libre de paso. En el ejemplo de remodelación de un edificio de oficinas para convertirlo en uno de viviendas, los forjados se habían ejecutado como vigas continuas apoyadas sobre los muros interiores. La sustitución completa de los forjados interiores fue la única solución posible. El uso de apoyos con ruptura del puente térmico permite realizar un aislamiento interior sin puentes térmicos y no alterar la fachada exterior → ❶ - ❼.

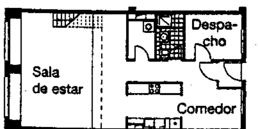
Los cambios de uso requieren acuerdos. En una nave industrial protegida, con gran fondo y 5 m de altura libre se autorizó la inclusión de un patio interior y la reducción de la altura de los espacios de la vivienda dúplex → ❽.



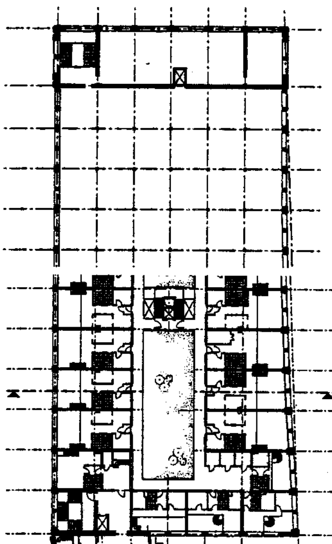
Sección

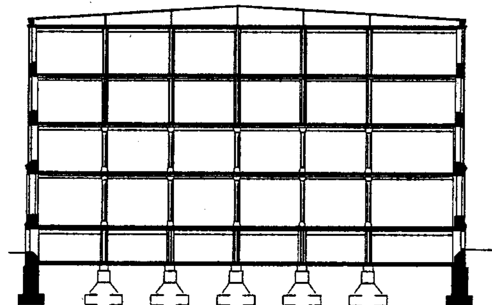


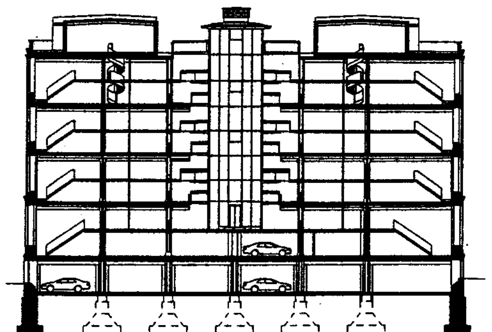
Planta superior



Planta inferior



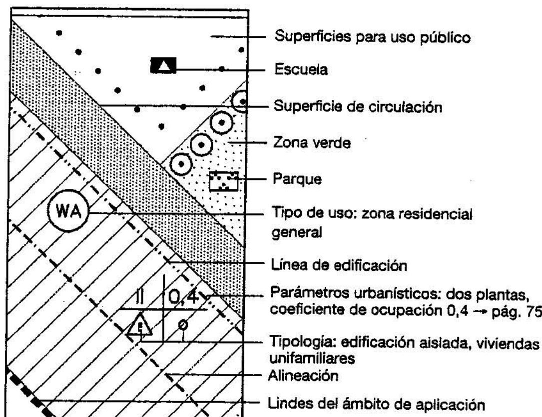




❽ Remodelación de una fábrica para convertirla en edificio de viviendas. Un patio interior con accesos por galerías interrumpe el fondo del edificio. Una autorización especial permitió que las viviendas dúplex tuvieran una altura inferior (2,3 m) a la exigida para los cuartos de servicio
Buntgarnwerke Leipzig — Arqs.: Fuchshuber und Partner

Reglas generales	Ámbito de aplicación, conceptos, condiciones generales	arts. 1-3
La parcela y su ocupación	Edificación en los solares	art. 4
	Accesos peatonales y de automóviles	art. 5
	Separación entre edificaciones, distancias	art. 6
	División de parcelas	art. 7
	Superficies libres, parques infantiles	art. 8
Edificaciones	Diseño	art. 9
	Instalaciones publicitarias, expendedores automáticos	art. 10
	Condiciones generales de la ejecución de obras	arts. 11-16
	Productos, sistemas constructivos	arts. 17-25
	Muros, forjados, cubiertas	arts. 26-32
	Recorridos de evacuación, huecos, barandillas	arts. 33-38
	Instalaciones de edificación	arts. 39-46
	Condiciones de utilización	arts. 47-51
Agentes de la edificación	Obligaciones fundamentales	art. 52
	Promotor	art. 53
	Proyectista	art. 54
	Constructor	art. 55
	Dirección facultativa	art. 56
Administraciones competentes Procedimientos administrativos	Estructura, responsabilidades, obligaciones	arts. 57-58
	Licencias obligatorias, proyectos sin necesidad de licencia	arts. 59-62
	La tramitación administrativa de licencia	arts. 63-77
	Medidas constructivas	arts. 78-80
	El control de la obra por la Administración	arts. 81-82
	Gravámenes	art. 83
Infracciones	Infracciones, disposiciones legales, disposiciones transitorias y finales	arts. 84-87

❶ Estructura de la ordenanza modelo sobre la edificación (sinopsis)



❷ Determinaciones en planos de ordenación según el BauGB y la BauNVO (ejemplo)

Código Alemán de Construcción (BauGB)
Esta ley alemana contiene las reglamentaciones más importantes sobre la legislación de construcción y ordenación territorial. Principalmente facilita a los Ayuntamientos los instrumentos y procedimientos necesarios para reglamentar el uso del suelo dentro de su término municipal. El instrumento de mayor importancia es el Plan General de Ordenación Urbana. Además, en el capítulo "Derecho urbanístico general" se regulan, entre otras cosas, la licitud de proyectos en terrenos urbanos y rústicos, y la reparcelación (permuta). El "Derecho urbanístico especial" se centra en las disposiciones para medidas de saneamiento y desarrollo, y para la remodelación urbana.

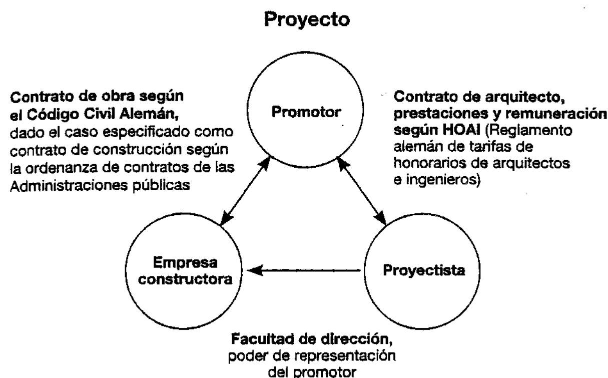
Ordenanza Alemana de Ordenación Territorial (BauNVO)
Esta ordenanza regula los usos que deben fijarse en los planes de ordenación. La ordenanza se divide en los capítulos "Tipos de uso de la edificación" (p. ej., zona residencial general, zona industrial), parámetros urbanísticos (p. ej., índice de ocupación, edificabilidad, número de plantas sobre rasante → pág. 75), tipología (p. ej., bloques abiertos, cerrados) y parcela edificable (p. ej., alineaciones, líneas de edificación/retranqueos).

Ordenanza alemana sobre la representación gráfica en planos de ordenación territorial (PlanZV)
Esta ordenanza regula la representación gráfica uniforme de las determinaciones fijadas en los planos de ordenación.

Ley Alemana de Ordenación del Territorio (ROG)
Esta ley alemana regula las obligaciones y fundamentos de la ordenación del territorio y la ordenación del territorio en los Estados federales (tanto en el ámbito nacional como regional). En los planos y programas de desarrollo nacional y regional se especifican los fundamentos de la ROG, cuyos objetivos deben tenerse en cuenta en todos los niveles subordinados de planificación. La ROG dicta el procedimiento de evaluación de impacto territorial en proyectos y medidas de impacto territorial. Estos proyectos están listados en la ordenanza sobre el procedimiento de evaluación de impacto territorial (ROV) y leyes de los Estados federales.

Ordenanzas de los Estados Federales sobre Edificación (LBO)
Dictadas por los Estados federales, estas leyes regulan el derecho de ordenación de la edificación y establece una relación de las disposiciones sobre las exigencias relativas a edificaciones y parcelas. Estas leyes abarcan, p. ej., regulaciones sobre separaciones entre edificios, protección contra incendios, itinerarios de evacuación y los procedimientos de licencia de obra.

Plan General de Ordenación Urbana
El BauGB distingue entre Planes de Ordenación Territorial Preparatorios (FNP, Plan General de Usos) y Planes de Ordenación Urbanística Legalmente Vinculantes (Plan Parcial de Ordenación, Proyectos de Urbanización de ámbito privado). Todos los Planes de Ordenación Urbana deben elaborarse según un procedimiento definido con la participación pública, las instituciones de interés público y las Administraciones. En el Plan General de Usos se representa el uso programado para todo el territorio del municipio. El Plan es legalmente vinculante para la Administración, de modo que debe tenerse en cuenta en todos los niveles de planificación subordinados. En consecuencia, el Plan Parcial de Ordenación (BP) se desarrolla partiendo del Plan General de Usos del Terreno (FNP). Es un estatuto legal vinculante de la ordenación urbanística en un área delimitada del terreno municipal. El listado final de las determinaciones posibles se rige por el art. 9 del BauBG. El Proyecto de Urbanización (VNP) es una forma especial del Plan Parcial de Ordenación (BP) para un proyecto concreto. Un promotor se compromete en un contrato de ejecución (entre otras cosas) a realizar un proyecto dentro de un determinado período de tiempo y a hacerse cargo de todos o de una parte de los costes de planificación y urbanización.



❶ Relaciones jurídicas básicas de los agentes implicados en un proyecto de edificación

	Honorario %	Fase del proyecto	n.°
Proyecto	3	Estudios previos	1
	7	Anteproyecto	2
	11	Proyecto básico	3
	6	Proyecto para solicitar la licencia de obra	4
Ejecución	25	Proyecto de ejecución	5
	10	Preparación de los contratos	6
	4	Colaboración en la adjudicación de los contratos	7
	31	Dirección facultativa	8
	3	Seguimiento de la obra y documentación	9

❷ Prestaciones del proyecto, HOAI §15 [03]

BGB		VOB/B	
§ 632	Indemnización	§ 2	Compensación
		§ 14	Descuentos
		§ 15	Trabajos por horas
§ 633	Deficiencias	§ 4	Ejecución (n.° 7)
		§ 13	Garantía (n.° 3, 5, 6)
		§ 17	Fianza
§ 634	Plazos de ejecución, modificaciones, reducción	§ 13	Garantía (n° 3, 6)
§ 635	Indemn. de daños y perjuicios	§ 4	Ejecución (n.° 7)
		§ 8	Rescisión por el cliente (n° 5)
		§ 13	Garantía (n.° 7)
§ 636	Ejecución tardía	§ 5	Plazos de ejecución
§ 637	Responsabilidad civil	§ 13	Garantía (n.° 3)
§ 638	Prescripción (corta)	§ 13	Garantía (n.° 3, 7)
§ 639	Prescripción (interrupción, paralización)	§ 13	Garantía
§ 640	Recepción	§ 12	Recepción
§ 641	Vencimiento de la indemnización	§ 16	Pagos
§ 642	Colaboración del cliente	§ 4	Ejecución
§ 643	Revocación por parte del promotor	§ 9	Rescisión por el constructor
§ 644	Riesgo	§	– advertencia § 12 n.° 6
§ 645	Responsabilidad del cliente	§ 7	Distribución del riesgo
§ 646	Recusación de la obra	§ 12	Recepción
§ 647	Derechos de hipoteca prom.		– no existe
§ 648	Hipoteca de seguro de la obra		– no existe
§ 649	Derechos de rescisión prom.	§ 8	Rescisión por el cliente
§ 650	Presupuesto		– advertencia en § 2
§ 651	Acuerdo de entrega de la obra		– no es objecto de la VOB

❸ Comparación de la legislación de contratos de arrendamiento de obra según el Código Civil Alemán con las reglamentaciones de la Ordenanza alemana de contratos de las Administraciones públicas (según Boisserée, Mantscheff, Baubetriebslehre, 1, pág. 53) [02]

PROYECTO Y DIRECCIÓN FACULTATIVA

LEGISLACIÓN PRIVADA, ORDENANZA DE CONTRATOS DE LAS ADMINISTRACIONES PÚBLICAS, REGLAMENTO DE TARIFAS DE HONORARIOS DE ARQUITECTOS E INGENIEROS EN ALEMANIA

Relaciones jurídicas

Las relaciones jurídicas de los agentes implicados en un proyecto de edificación pueden clasificarse como contratos de arrendamiento de obra según el Código Civil Alemán (BGB), o bien como contratos de construcción de obra según la Ordenanza alemana de contratos de las Administraciones públicas (VOB) → ❶.
El carácter del contrato de arrendamiento de obra se debe a la disposición de un resultado específico, es decir, la ejecución de una obra. En contraste es el objeto del contrato de servicios la prestación del trabajo o bien del obrar como tal.

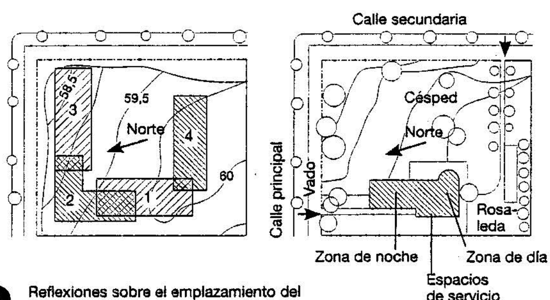
El Reglamento alemán de tarifas de honorarios de arquitectos e ingenieros (HOAI)

Este reglamento regula el cálculo de honorarios para tareas de arquitectos e ingenieros. El honorario se basa en la "zona de honorarios" a la que se atribuye a un proyecto (según su supuesta dificultad), los costes de la obra que se consideran computables y las fases del proyecto elaboradas por el arquitecto o ingeniero, a las que se destinan porcentajes del honorario total (prestaciones del proyecto de edificio véase → ❷). Dentro de cada fase se distinguen prestaciones básicas —que obligatoriamente se tienen que rendir para el cumplimiento reglamentario del encargo— y prestaciones especiales que se encargan y liquidan por separado, según las exigencias particulares de la ejecución (p. ej., levantamiento de planos) → pág. 70 y ss.
El HOAI se encuentra actualmente en fase de revisión. Se pretende limitar su ámbito de aplicación a proyectos menores, reduciendo así los valores superiores de la tabla de honorarios y suprimiendo las fases 6 a 9 y prestaciones de asesoramiento. Además, en el futuro deberán fijarse los honorarios basándose en unos costes de construcción previamente acordados.

La Ordenanza Alemana de Contratos de las Administraciones Públicas (VOB)

Esta ordenanza no es ni una ley ni una disposición jurídica, sino que sustituye o completa como derecho contractual las disposiciones del Código Civil Alemán (BGB). Difiere en puntos esenciales (recepción, derechos a la reclamación de vicios, retribución) de las reglamentaciones del BGB → ❸. Las Administraciones estatales y muchos promotores públicos están obligados a la aplicación de la VOB en la licitación y adjudicación de obras de construcción.
LA VOB está compuesta de la manera siguiente:
El **Título A** (DIN 1960) contiene directrices para la forma y la redacción de licitaciones, adjudicaciones y contratos.
El **Título B** (DIN 1961) contiene las condiciones generales de la contratación para la ejecución de obras de edificación → ❸
El **Título C** (DIN 18299-18386, DIN 18421, 18451) contiene, ordenado por oficios, prescripciones técnicas generales de la contratación según el sistema siguiente:
0. Indicaciones para la redacción del presupuesto base de licitación (ayudas para licitaciones concisas y exhaustivas).
1. Ámbito de aplicación (definición de conceptos, definición del oficio, delimitación en referencia a otros oficios).
2. Materiales/elementos constructivos (definición de calidades de los materiales y elementos constructivos pertinentes mediante normas DIN).
3. Ejecución (definición del nivel de ejecución con referencia a las normas vigentes DIN).
4. Prestaciones accesorias/especiales (delimitación de las prestaciones accesorias —sin remuneración específica— y de las prestaciones especiales).
5. Liquidación (prescripciones sobre la liquidación: unidades, mediciones, descuentos, etc.).

véase también: HOAI, pág. 69



❶ Reflexiones sobre el emplazamiento del edificio en el solar, propuesta de edificación



❷ Desarrollo del proyecto partiendo de la propuesta de edificación

"La tarea empieza con la redacción de un programa arquitectónico:
1. Ubicación del solar, dimensiones, cotas, situación de las acometidas de agua y desagüe, normativa de edificación, plan de ordenación urbana, etc.
2. Exigencias de los diferentes espacios en lo que se refiere a la superficie, la altura, la ubicación y las relaciones especiales entre ellas.
3. Medidas de los muebles existentes.
4. Presupuesto disponible para la construcción, compra de terreno, acondicionamiento de la parcela, etc.
5. Tipología constructiva.

Es entonces cuando se empieza a dibujar un croquis esquemático de los espacios en forma de rectángulos simples, con la superficie exigida a escala y la definición de las relaciones deseadas entre las estancias y haciendo referencia a los puntos cardinales [...].
En lugar de empezar directamente el proyecto, previamente se procede a situar el edificio en el solar partiendo de la superficie a edificar calculada anteriormente [...].
Las cuestiones de orientación, dirección de los vientos dominantes, posibilidades de acceso rodado, topografía, árboles existentes y edificios vecinos son decisivos en esta fase. Son necesarios varios intentos para explotar al máximo las posibilidades y para que sirvan de base en las conversaciones sobre los pros y los contras, si no se impone literalmente desde el principio un emplazamiento correcto.
Estos análisis posibilitan una decisión rápida que define la visión del edificio.
De este paso surge una idea esquemática de las líneas generales del edificio y su ambiente espacial, a partir de ahí, se materializa su presencia en las plantas y en los alzados.
Una vez acabado el anteproyecto, se aconseja dejar pasar un tiempo para poder revisarlo y detectar con mayor claridad posibles defectos; además, transcurrido este tiempo e intercambiando opiniones con los colaboradores o con el promotor es posible mejorarlo e incorporarle aportaciones. Es el momento de empezar la elaboración del proyecto y la definición de la construcción y el equipamiento.
No debería escatimarse tiempo en la tarea de proyectar, el tiempo adicional destinado a una preparación concienzuda se recupera rápidamente en la fase de ejecución de la obra; además se ahorra esfuerzo e intereses en la financiación de la obra".

❸ El proceso de proyectar, en Neufert, Ernst, *El arte de proyectar en arquitectura*, primera edición alemana, pág. 34.

PROYECTO Y DIRECCIÓN FACULTATIVA

FASES DEL PROYECTO SEGÚN EL HOAI

Estudios previos

Prestaciones básicas:
1. Definición de las tareas.
2. Asesoramiento para la necesidad completa de prestaciones.
3. Apoyo en las decisiones para la selección de ingenieros especializados.
4. Resumen de los resultados.

Prestaciones especiales:
Levantamiento de planos
Análisis del lugar
Redacción de un programa de espacios o funciones
Análisis del impacto medioambiental.

Anteproyecto

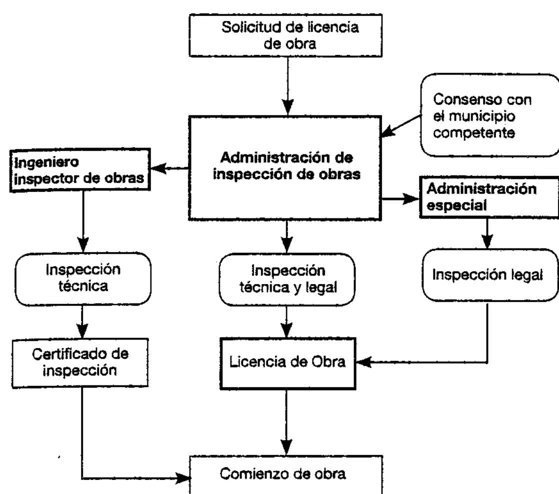
Prestaciones básicas:
1. Análisis de las bases fundamentales.
2. Coordinación de los objetivos deseados (parámetros determinantes, conflictos).
3. Redacción de un listado de objetivos con referencia al proyecto.
4. Elaboración de un concepto de proyecto con alternativas (de exigencias idénticas) en forma de dibujos y descripciones.
5. Integración de los resultados de otros agentes del proyecto.
6. Aclaración y explicación de las relaciones y condiciones fundamentales (p. ej., urbanismo, construcción, instalaciones).
7. Negociación preliminar con Administraciones y otros agentes sobre la aptitud del proyecto para la licencia.
8. Presupuesto estimativo según DIN 276 o la normativa de cómputo según el reglamento de viviendas.
9. Resumen de los resultados.

Prestaciones especiales:
Colaboración para obtener créditos.
Licencias parciales anticipadas.
Elaboración de representaciones gráficas en técnicas especiales.
Redacción de un programa de desarrollo de los trabajos con previsión del tiempo y la organización.
Planeamientos adicionales para la optimización del edificio (p. ej., reducción del consumo energético) que van más allá de las exigencias de las directrices y normativas legales.

Proyecto básico

Prestaciones básicas:
1. Elaboración a fondo del concepto del proyecto de la fase 2 incorporando las aportaciones de otros agentes del proyecto especialistas.
2. Memoria descriptiva.
3. Representación gráfica del proyecto en planos completos.
4. Negociación preliminar con Administraciones y otros agentes sobre la aptitud del proyecto para la licencia.
5. Presupuesto valorativo-sumario según DIN 276 o la normativa de computo según el reglamento de viviendas.
6. Control presupuestario comparando los presupuestos estimativo y valorativo-sumario.
7. Resumen de los resultados.

Prestaciones especiales:
Análisis de variantes conceptuales y su valoración (costes)
Cálculo de la rentabilidad
Presupuesto valorativo-sumario con mediciones o catálogo de elementos constructivos
Elaboración de medidas especiales para la optimización del edificio de la fase 2.



1 La tramitación administrativa de licencia de obra (fundamentos)

Licencias obligatorias

La edificación, modificación o cambio de uso de edificios requieren siempre la licencia de la Administración de inspección de obras, según la normativa alemana.

Sin embargo, existen excepciones para ciertos edificios, que fundamentalmente atañen a:

Proyectos exentos de licencia (p. ej., edificios de una planta sobre rasante con una superficie en planta de hasta 10 m² y garajes hasta 30 m², con alturas de paredes de una media de hasta 3 m (menor en terreno rústico → pág. 67).

Muros de contención y cierres de parcela de hasta 2 m de altura, modificación de elementos constructivos portantes o de arriostramiento en edificios de la categorías 1 y 2, revestimientos de fachadas (a excepción de torres y rascacielos), pérgolas, soportales u otras edificaciones que requieren autorización según otras disposiciones legales (p. ej., centrales eléctricas e infraestructuras de transporte, en cuyo caso se hace cargo de las obligaciones y funciones de la Administración de inspección de obra el organismo competente según las disposiciones legales respectivas).

En el ámbito del **procedimiento por actuación comunicada**, pueden quedar exentos de licencia de obra la edificación y modificación de viviendas de poca altura que cumplen íntegramente las determinaciones de un plan de ordenación legalmente vinculante, y cuyos accesos y evacuación están asegurados, si el municipio no exige la presentación de documentos para el procedimiento simplificado de licencia de obra dentro de un determinado plazo o bien si solicita la interdicción temporal.

El **procedimiento simplificado** de licencia de obra es aplicable a la edificación y modificación de edificios de viviendas de las categorías 1 a 3, en el ámbito de aplicación de un plan de ordenación legalmente vinculante, si el proyecto corresponde en su totalidad a las determinaciones del plan de ordenación y están asegurados los accesos y la evacuación, en cuyo caso la Administración de inspección de obras solo controla la conformidad con las disposiciones sobre la licitud general del Código Alemán de Construcción.

La resolución parcial anticipada de licencia de obras

Antes de la tramitación de la licencia de obra, en el marco de una consulta urbanística puede solicitarse la resolución anticipada de cuestiones críticas singulares (en muchos casos, los parámetros urbanísticos según el Código Alemán de Construcción), para facilitar la elaboración de la documentación de la solicitud de licencia. La resolución anticipada tiene vigencia legal durante un año, que puede prolongarse si así se solicita.

Proyecto para solicitar la licencia de obra

Prestaciones básicas:

1. Elaboración de la documentación necesaria según la normativa para las licencias o las aprobaciones, incluidas las solicitudes de excepciones y exenciones incluyendo las aportaciones de otros profesionales agentes del proyecto y tras las negociaciones necesarias con los órganos competentes.
2. Presentación de estas solicitudes.
3. Completar y adaptar los documentos del proyecto, memorias y cálculos incluyendo las aportaciones de otros profesionales agentes del proyecto.
4. (para paisajismo e interiorismo) Evaluación de la necesidad de licencias, solicitud de aprobaciones y licencias.

Prestaciones especiales

Colaboración en la obtención de la aprobación por parte de los vecinos, elaborar los documentos para procedimientos especiales de evaluación, asistencia técnica y de organización al promotor en caso de recurso, pleito o trámites similares.

Modificación de la documentación del proyecto si concurren circunstancias en principio ajenas a la responsabilidad del proyectista.

Solicitud de licencia y proyecto

La solicitud de licencia de obra contiene las siguientes informaciones:

1. Nombre y domicilio del promotor.
2. Nombre y domicilio del proyectista.
3. Denominación de la obra.
4. Designación del solar (calle, número, parcela, etc.).
5. Accesos y evacuación.
6. Información sobre licencias otorgadas.
7. Toda la documentación necesaria para el dictamen (plano de situación, planos, memoria de calidades, cálculo estructural y otras determinaciones técnicas).

Todos los documentos deben ir firmados por el promotor, el proyectista y el resto de profesionales encargados del proyecto.

La solicitud de licencia de obra debe presentarse por escrito en la Administración del municipio correspondiente, que lo traspasará, junto a su declaración, a la Administración de inspección de obras correspondiente para su tramitación (en el caso de que el municipio no sea el órgano competente). A su vez, la Administración pedirá informes al resto de las Administraciones (bomberos, protección del patrimonio histórico, etc.) y oirá a los propietarios de las parcelas colindantes.

La licencia de obra

Tras finalizar la evaluación, el solicitante recibe la formalización de la licencia de obra por escrito (notificación del acuerdo de concesión de licencia), conjuntamente con una copia de la documentación aprobada (si se da el caso, con las condiciones establecidas en la licencia).

Pueden concederse (previa solicitud) autorizaciones parciales para componentes o fases específicas del edificio (p. ej., la excavación) antes de la resolución de la licencia de obra definitiva.

La licencia de obra y la licencia parcial caducan si no se comienza la obra en el plazo de un año o se interrumpe la obra durante más de un año tras la resolución de la licencia. Este plazo puede prolongarse previa solicitud.

La inspección de la obra por parte de la Administración

La ordenanza modelo sobre la edificación prevé la inspección durante la duración de las obras. Esta puede limitarse a comprobaciones arbitrarias, y consiste fundamentalmente en la recepción de la estructura (análisis de la seguridad estructural, protección frente al ruido, aislamiento térmico, seguridad en caso de incendio) y la recepción final. Tras la entrega del certificado final de la obra, está permitido el uso del edificio.

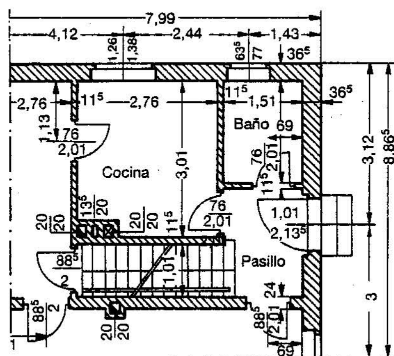
véase también:
HOAI, pág. 69

Proceso de diseño

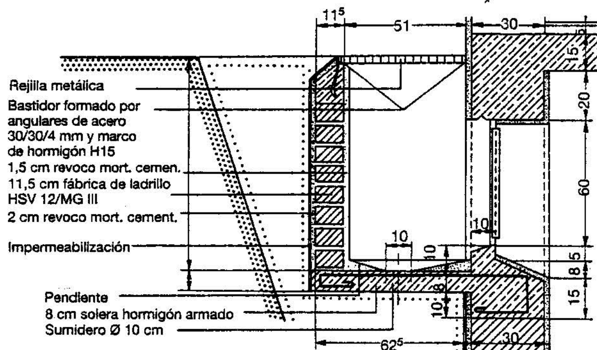
PROYECTO Y DIRECCIÓN FACULTATIVA

Fundamentos legales
Fases del proyecto según el HOAI
Parámetros urbanísticos
Separación entre edificaciones
Costes de la construcción

véase también: HOAI, pág. 69



❶ Plano de ejecución acotado, escala 1:50 (fragmento reducido)



❷ Plano de detalle caja de tragaluz escala 1:20 (reducido)

Medios/instrumentos para el proyecto de ejecución

Los **planos de ejecución** → ❶, con todas las indicaciones y medidas necesarias para la puesta en obra (escala 1:50).
Los **detalles** → ❷ completan los planos de ejecución para determinados aspectos del edificio (escalas 1:20, 1:10, 1:5, 1:1).
Los **planos especiales** están adaptados a las necesidades de oficios especiales (p. ej., construcción en hormigón armado, en acero o madera, etc.) y representan otros elementos constructivos fuera del contexto solo en la medida necesaria (escalas 1:50, dependiendo del ramo).
Las **memorias de calidades detalladas por espacios** → ❸ contienen, en forma de tablas, toda la información sobre las dimensiones (longitud, anchura, altura, superficie, volumen) de un espacio o parte de él, materiales (p. ej., revestimientos de cerramientos y suelos, etc.), instalaciones (p. ej., calefacción, sanitarios, instalación eléctrica, etc.). En su caso, son la base para los presupuestos por descripción funcional. **Las memorias de calidades por espacios y los planos de ejecución pueden estar vinculados a programas informáticos correspondientes (generadores de mediciones y presupuestos).**

PROYECTO Y DIRECCIÓN FACULTATIVA

FASES DEL PROYECTO SEGÚN EL HOAI

Proyecto de ejecución

Prestaciones básicas:

1. Trabajo a fondo de los resultados de la fase 3 y 4 (elaboración por etapas y representación de la solución) teniendo en cuenta exigencias urbanísticas, formales, funcionales, técnicas, físicas, económicas, energéticas (p. ej., respecto al uso eficaz de energía), biológicas y ecológicas, utilizando las aportaciones de otros profesionales agentes del proyecto hasta llegar a la solución definitiva para ser ejecutada.
2. Representación gráfica del objeto con toda la información detallada necesaria para su puesta en obra (p. ej., planos definitivos y completos de ejecución, de detalle y constructivos a escalas de 1:50 a 1:1, con todas las explicaciones necesarias).
3. En obras de interiorismo: representación detallada de los espacios y su sucesión a escalas de 1:25 a 1:1, con las explicaciones necesarias; definición de los acabados.
4. Elaboración de las bases para los demás profesionales agentes del proyecto e integración de sus aportaciones hasta conseguir la solución definitiva para ser ejecutada.
5. Puesta al día del proyecto de ejecución durante la fase de ejecución de la obra.

Prestaciones especiales:
*Redactar una memoria descriptiva detallada con un listado de espacios para que sirva de base para elaborar el presupuesto por descripción funcional.**
*Evaluación de los planos de ejecución elaborados por la empresa constructora según el presupuesto y en conformidad con el proyecto base.**
Elaboración de maquetas de detalle. Evaluación y confirmación de planos de terceros que no son agentes técnicos del proyecto conforme a los planos de ejecución (p. ej., planos de taller de empresas, planos de montaje y cimentación de suministradores de maquinaria), si las prestaciones afectan a equipamientos que no figuran en los costes base de los honorarios.

* Esta prestación especial se transforma parcial o íntegramente en prestación base en el caso de presupuesto por descripción funcional. En tal caso, se suprimen las prestaciones base correspondientes a esta fase.

A2 Denominación					B2 Dimensiones						B4 Instalaciones						B5 Mediciones			
1			2	3	1		2		3	1	2	3	4	5	6	1	3	6		
Sala N.°				Usuario	Tipo	Superficie	Tipo	Altura	Tipo	Volumen	Calefacción	Ventilación	Sanitarios	Elect./luz	Elect./fuerza	Ascensores	Temp.	LW	Luz	Observaciones
A	B	C		(ABT)		m²		m		m³							°C	FCH	LUX	Abreviaturas
	W	104	Vestíbulo		N	6,92	L	2,47	N	14,87	–	–	– DCF Dist.	Int. Mf	CT	–	20	1		CA Conexión antena DCF Detector de fuego cenital DAE Detec. de apar. eléct. IP Igualador de potencia Int. Interruptor Sif Sifón Mf Micrófono Ench Enchufe CT Conexión teléfono Du Ducha Lv Lavadero (BA-3) DMF Def. mural s/Int. (B4-4) DMFI Ídem., con interruptor WC inodoro Dist. Distribuidor CAC Calef. de agua caliente Vent.F Ventilación forzada
	W	204	Baño/WC		N	3,47	L	2,475	N	8,588	CAC	Vent. F Lav. WC	Du. Ench. IP	Lav.	–	–	24	7		
	W	304	Cocina		N	6,09	L	2,47	N	15,04	CAC	Vent. F	Sif. Ench. DMFI DAE DCF	Int.	–	–	–	20	4	
	W	404	Logia		N	1,69	L	2,363	N	4	–	–	–	–	–	–	–	–		
	W	504	E-S-O		N	19,77	L	2,47	N	48,63	CAC	–	– Ench. DCF	Int.	CA	–	22	1		
	W	604	Instalac.		F	0,36	L	2,475	N	0,891	–	–	–	–	–	–	–	–		

❸ Libros de obra (forma abreviada, ejemplo)

La **adjudicación** tiene como objetivo la redacción de un contrato que garantice la realización del proyecto de ejecución con disposiciones pertinentes dentro del marco del derecho civil (→ pág. 69). Puede adjudicarse si existen precios para un presupuesto definido (descripción por partidas, pliego de cláusulas y carta con información sobre la posibilidad de acceder a la documentación de la licitación, lugar y plazo para la apertura de las proposiciones, plazos para la adjudicación y durante el cual el licitador estará obligado a mantener su oferta).
Los presupuestos cumplimentados con precios y firmados por el licitador se convierten en la oferta; la oferta aceptada y no modificada se transforma a través de la contratación (adjudicación) en contrato de obras.
Los contratos de obras (y con ellos también los pliegos de la licitación) tienen que reglamentar, de antemano y de modo claro, extenso y completo, cualquier diferencia de opiniones entre los contratantes y sus obligaciones respectivas.

El **presupuesto descriptivo** es en este caso la base del contrato de obras posterior. Consiste en presupuesto por partidas o programa funcional y memoria de calidades.
Presupuestos → ❶ son listados de unidades de obra (descripción de tareas según su clase, calidad, cantidad, dimensión, enumerados con códigos de unidad) y pueden ser divididos en lotes (fases de construcción/secciones/etapas) o capítulos (división por oficios).
Presupuestos por descripción funcional son descripciones funcionales de exigencias estéticas, técnicas y económicas determinantes para la prestación completa. Prescinden de una representación detallada de las partidas en comparación con los presupuestos por unidades de obra.
Los presupuestos se completan con las denominadas **prescripciones** en forma de pliegos de cláusulas administrativas y **prescripciones técnicas generales** (= VOB/B o VOB/C, de la Ordenanza Alemana de Contratos de las Administraciones Públicas), **pliegos de cláusulas administrativas particulares y prescripciones técnicas especiales** de contratantes que adjudican regularmente contratos de obras (p. ej., compañía de ferrocarril) y **condiciones especiales de ejecución del contrato**, en las que se regulan exigencias para casos aislados.
Para la elaboración de los presupuestos se utilizan casi exclusivamente programas generadores de presupuestos, ya que el ámbito de la adjudicación es idóneo para la informatización gracias a la conexión de los datos de los presupuestos con los planos de ejecución.
La **base de datos de especificaciones estándar para la construcción (STLB)** ayuda en la elaboración de presupuestos y memorias con módulos de texto estandarizados para unidades de obra que están clasificadas según las partidas correspondientes (partidas que corresponden aproximadamente a los oficios, según VOB/C).
Los **patrones para presupuestos** se parecen a los libros con modelos de texto para presupuestos y abarcan posibles textos (se redactan textos tachando partes), por ello, son en su totalidad muy extensos. Los **textos modelo de fabricantes** para presupuestos ofrecen información adicional y ayudan en problemas de detalle de soluciones constructivas especiales.

Preparación/colaboración en la adjudicación de los contratos

Prestaciones básicas:
1. Elaboración y recopilación de las mediciones como base para la redacción de presupuestos que incorporen las aportaciones de otros profesionales agentes del proyecto.
2. Redacción de presupuestos descriptivos con listados de unidades de obra divididos por partidas.
3. Ajuste y coordinación de los presupuestos de los diferentes profesionales agentes del proyecto.
4. Recopilación de los documentos para la licitación para todos los oficios.
5. Licitación de ofertas.
6. Evaluación y valoración de las ofertas incluida la elaboración de un cuadro comparativo de precios por partidas.
7. Coordinación y recopilación de las aportaciones de otros profesionales agentes del proyecto que colaboran en la contratación.
8. Negociación con licitadores.
9. Presupuesto valorativo detallado según DIN 276 formado por los precios unitarios o de partidas alzadas de las ofertas.
10. Colaboración en la contratación.

Prestaciones especiales:
*Redacción de presupuestos descriptivos con programas funcionales según la memoria detallada de calidades por espacio.**
Elaboración de presupuestos descriptivos alternativos para partidas completas.
Elaboración de cuadros sinópticos comparativos de costes evaluando las aportaciones de otros profesionales agentes del proyecto.
*Evaluación y valoración de las ofertas conforme a los presupuestos descriptivos con programa funcional incluido el cuadro comparativo de precios.**
Elaboración, evaluación y valoración de cuadros comparativos de precios considerando exigencias especiales.

* Véase nota, pág. 72.

Ejemplo 1 Mediciones y precios unitarios al margen del texto

Código	Cantidad	Descripción	Precio unitario	Precio total
2.02	105 m²	Puesta en obra de losas de pavimento de hormigón B 25 in situ, grosor 15 cm, incl. encofrado. Las superficies deben disponerse con pendiente hacia el desagüe.		
		por 1 m²	35,7	3.748,5

Desventajas: a) Mucho espacio necesario para texto,
b) no contiene información sobre el desglose del precio,
c) precio unitario no en palabras.

Ejemplo 2 Mediciones y precios unitarios incluidos en el texto

2.02	105 m²	Puesta en obra de losas de pavimento de hormigón B 25 in situ, grosor 15 cm, incl. encofrado Las superficies deben disponerse con pendiente hacia el desagüe. Mano de obra: 24,6 € Material: 11,1 € Extras: – € por 1 m² Precio unitario en palabras: treinta y cinco 70/100	35,7	3.748,5

Desventaja: mediciones y precio unitario no están en la misma línea

Ejemplo 3 Mediciones y precios unitarios incluidos en el texto en la misma línea

2.02	105 m²	Puesta en obra de losas de pavimento de hormigón B 25 in situ, grosor 15 cm, incl. encofrado Las superficies deben disponerse con pendiente hacia el desagüe. Mano obra/material/extras: 24,6 €/ 11,1 €/ -, - € Precio unitario en palabras: treinta y cinco 70/100	35,7	3.748,5

Ventajas: a) gran ahorro de espacio
b) cantidad × precio unitario = precio total en la misma línea

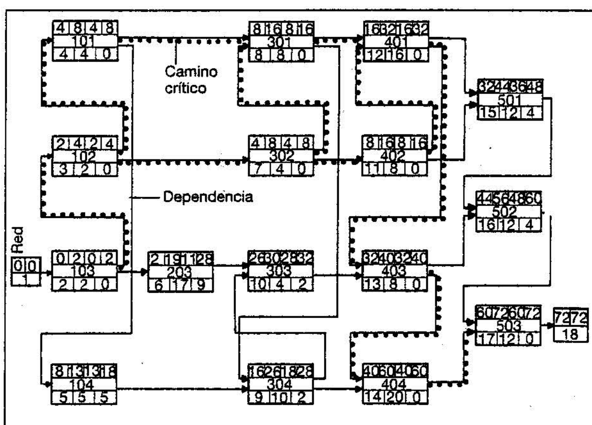
❷ Presupuestos (ejemplos)

véase también:
HOAI, pág. 69
VOB, pág. 69

véase también: HOAI, pág. 69

n°.	Actividad / Semanas	5	10	15	20	25	30	35	40	45
11	Anteproyecto									
12	Proyecto básico									
13	Proyecto para licencia de obra									
14	Licencia de Obra									
15	Proyecto de ejecución									
16	Licitación Obra									
17	Licitación Interiores									
21	Anteproyecto estructural									
22	Cálculo estructural									
23	Planos de puesta en obra									
31	Preparación del trabajo									
32	Labores de obra bruta									
33	Acabados									

❶ Cronograma en forma de diagrama de barras



❷ Diagrama de red (p. ej., método de diagrama de flechas/método del camino crítico, CPM)

Técnicas de la gestión de proyectos

Los **diagramas de barras** → ❶ representan en un sistema de coordenadas: las actividades en la ordenada y el tiempo correspondiente en la abscisa. La duración de cada actividad se define por la longitud de la barra correspondiente. Las actividades seguidas se ordenan de arriba abajo. Los diagramas de barras son muy populares en el ámbito de construcción debido a su claridad y fácil comprensión. No obstante, las dependencias de actividades (procesos críticos) y el orden de ejecución apenas pueden representarse con estos diagramas.

El **diagrama de líneas** (también: diagramas de tiempo-progreso) representan en gráficos de nodo lineal la relación entre el tiempo de producción y el progreso o la cantidad producida. En este tipo de diagramas puede visualizarse la velocidad de producción (pendiente de la línea) y los intervalos críticos entre actividades sueltas (impedimentos). Los diagramas de líneas se utilizan sobre todo en procesos de obras con un orden pronunciado de ejecución (carreteras, túneles, etc.).

Los **diagramas de red** → ❷ sirven para el análisis, el planeamiento y la gestión de procesos de construcción complejos que tengan en cuenta el mayor número posible de parámetros influyentes.

El proceso de construcción se fragmenta en tareas parciales o eventos que se representan en forma de **nodos** (método de actividad en nodo/método de los potenciales metra (MPM), método de evento en nodo/Program Evaluation and Review Technique, PERT) o **flechas** (método de actividad en flecha/Critical-Path-Method, CPM) con nodos como inicio y final. El nodo contiene los parámetros determinantes de la actividad o evento.

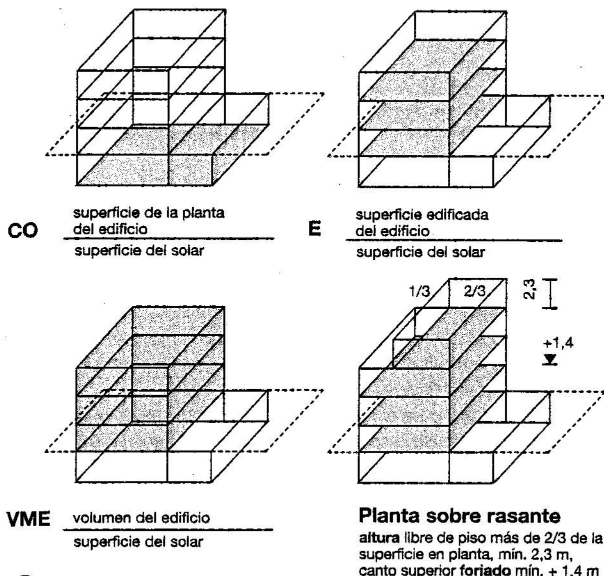
Dirección facultativa y seguimiento de la obra

Prestaciones básicas:

1. Verificación de la ejecución de la obra de acuerdo con la licencia de obra, el proyecto y los presupuestos al igual que las reglas técnicas vigentes y las ordenanzas respectivas.
2. Verificación de la ejecución de las estructuras de poca complejidad según el cálculo estructural.
3. Coordinación de los agentes partícipes en la dirección de obra.
4. Control y corrección de los detalles de prefabricados.
5. Elaboración y control de un cronograma.
6. Redacción de un libro de órdenes y asistencias.
7. Replanteo y mediciones conjuntamente con las empresas encargadas de la ejecución.
8. Recepción de los trabajos con la colaboración de otros profesionales agentes del proyecto, constatando vicios y defectos de la ejecución.
9. Revisión de cuentas.
10. Presupuesto de ejecución material según DIN 276 o la normativa de computo según el reglamento de viviendas.
11. Solicitud de recepción oficial de obra y participación en ella.
12. Entrega del objeto, incluida la elaboración y entrega de la documentación necesaria de la obra ejecutada.
13. Listado de los plazos de garantía.
14. Control de la subsanación de los vicios y los defectos descubiertos durante la recepción de obra.
15. Revisión de gastos mediante control de las facturas de las empresas constructoras y la comparación con los precios contratados y el presupuesto valorativo detallado.
16. Inspección del edificio para la constatación de los vicios y los defectos antes del vencimiento de los plazos de garantía de las empresas constructoras.
17. Control de la subsanación de los vicios y los defectos surgidos durante los plazos de garantía, como máximo dentro de los cinco años siguientes a la recepción de la obra.
18. Colaboración en la liberación de fianzas.
19. Recopilación sistemática de las representaciones gráficas y los resultados de los cálculos del edificio.

Prestaciones especiales:
Elaboración, control y actualización de un plan de pagos.
Elaboración, control y actualización de cronogramas, planes de costes o capacidades detallados.
Ejercicio como director facultativo, si sus obligaciones, fijadas en la legislación de cada país, exceden las prestaciones básicas de la fase 8 de la HOAI.

Levantamiento de planos.
Elaboración de listados de equipamiento e inventario.
Redacción de instrucciones para el mantenimiento y cuidado.
Seguimiento del edificio.
Administración del edificio.
Inspección tras la entrega.
Control de los trabajos de mantenimiento y cuidado.
Acondicionamiento de los datos para un archivo digital del edificio.
Valoración y presupuesto de ejecución material contrastando costes orientativos.
Control del análisis de coste y beneficio para el edificio y su mantenimiento.



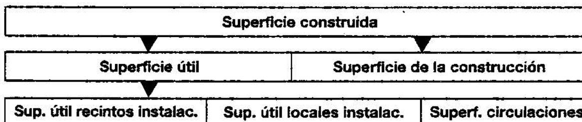
❶ Los parámetros urbanísticos

La Ordenanza Alemana sobre el Cálculo de la Superficie Habitable (WoFlV) → pág. 148
Las disposiciones de la WoFlV son vigentes para el cómputo de superficies habitables según la Ley Alemana de Apoyo del Espacio Habitable.
La **superficie habitable** de una vivienda incluye la superficie en planta de todos los recintos que pertenecen exclusivamente a dicha vivienda (incluidos invernaderos y piscinas, si están cerradas por todos los lados), balcones, galerías, terrazas, pero sin cuartos secundarios (sótanos, garajes o similares), locales comerciales y recintos que no cumplan las exigencias de las ordenanzas para la edificación. La **superficie en planta** de un recinto se calcula con las medidas libres entre elementos constructivos y parte del canto delantero de los revestimientos de los elementos (incluidos marcos de ventanas y puertas, rodapiés, chimeneas, bañeras, hornos, muebles empotrados, instalaciones a vista, particiones móviles). La superficie en planta se mide en el recinto acabado o se calcula sobre un plano apto. Las superficies en planta se computan en su totalidad (recintos y partes de recintos con una altura libre de 2 m mínimo.), en la mitad (recintos con una altura libre de 1 m mín. y menos de 2 m) o en una cuarta parte (balcones, galerías, terrazas, etc.).
Cómputo de superficies comerciales en alquiler
Las directrices para el cálculo de superficies comerciales en régimen de alquiler de la Asociación alemana de investigación del comercio inmobiliario (GIF) han creado un estándar uniforme para la determinación precisa de superficies en régimen de alquiler de locales comerciales (GIF MF-H) y oficinas (GIF MF-B).
La superficie alquilable se compone de dos clases de superficies:
1. Superficies con derecho de uso exclusivo, clasificadas cada una según su categoría de superficie útil según DIN 277 (véase arriba), superficie en aparcamientos subterráneos con número de plazas, superficies utilizables indirectamente
2. Superficies con derecho de uso comunitario, clasificadas cada una en espacios para uso comunitario (sanitarios, cuartos de plantilla, etc.) y superficies comunes de circulación interior (vestíbulos, pasillos, etc.).
No se incluyen en la superficie alquilada: escaleras, ascensores, salidas de emergencia, balcones para la evacuación, locales de instalaciones técnicas, patinejos, superficie en sección de columnas, pilares y particiones móviles, superficies con alturas libres de 1,5 m o menos. Las superficies respectivas se miden a la altura del piso entre particiones fijas (incluidos rodapiés) e instalaciones locales (radiadores, etc.), las alturas se miden entre el canto superior del suelo y el canto inferior del techo o falso techo.

PROYECTO Y DIRECCIÓN FACULTATIVA

PARÁMETROS DEL APROVECHAMIENTO URBANÍSTICO

Los parámetros urbanísticos → ❶
La Ordenanza Alemana de Ordenación Territorial (BauNVO) establece valores característicos para los parámetros urbanísticos del Plan General de Ordenación:
El **coeficiente de ocupación (CO)** regula la proporción permitida de superficie ocupada por el edificio respecto a la superficie total del solar (superficie del edificio incluidos garajes, aparcamientos y sus accesos, instalaciones secundarias según la BauNVO y subterráneas que ocupan el solar bajo rasante). La **edificabilidad (E)** determina la proporción permitida de superficie edificada sobre la superficie total del solar (medidas exteriores de todas las plantas sobre rasante del edificio, sin instalaciones secundarias según la BauNVO, balcones, galerías, terrazas y construcciones que, según la legislación del país, están permitidas dentro de las separaciones entre edificaciones).
El **volumen máximo edificable (VME)** indica cuántos metros cúbicos de volumen están permitidos por metro cuadrado de solar (medidas exteriores del edificio desde el piso de la planta baja hasta el forjado de la última planta sobre rasante, incluidos los espacios habitables en otras plantas con sus cajas de escalera correspondientes, cerramientos y forjados, pero sin instalaciones secundarias según la BauNVO, balcones, galerías, terrazas y construcciones que, según la legislación del país, están permitidas dentro de las separaciones entre edificaciones).

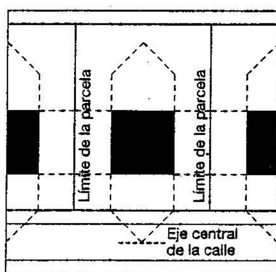


❷ Clasificación de las superficies útiles (según DIN 277-1)

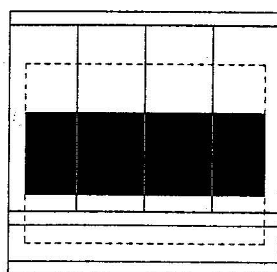
Superficies y volúmenes
DIN 277 contiene valores para el cálculo de superficies y volúmenes de edificios → ❷: todos los valores se computan por separado, según su pertenencia a las siguientes categorías:
a cubiertas y cerradas por todos los lados
b cubiertas, pero sin cerrar completamente por todos los lados
c sin cubrir

La **superficie construida** es la suma de las superficies de todas las plantas (sin superficies de cubierta no utilizables), medidas entre los límites exteriores de los cerramientos a la altura del suelo.
La **superficie ocupada por elementos constructivos** es la suma de las superficies en planta de todos los cerramientos y particiones (paredes, pilares, chimeneas, patinejos no transitables, huecos de puertas, nichos, rozas), medidas de canto exterior a canto exterior a la altura del suelo.
La **superficie útil** es la superficie utilizable entre los elementos constructivos (sin huecos de puertas y ventanas, pasos y rebajes), medida a la altura del suelo. La superficie útil se compone de las **superficies útiles de los recintos** (superficie que sirve para el uso destinado del edificio), la superficie útil de locales para instalaciones (superficie de locales para instalaciones técnicas, p. ej., acometidas, patinejos transitables, etc.) y la **superficie de las circulaciones interiores** (p. ej., escaleras, pasillos, superficie en planta de las cajas de ascensores, balcones de evacuación, etc.).
El **volumen construido bruto** es la suma de las superficies de todas las plantas, multiplicadas por la altura correspondiente (medida entre los cantos superiores del suelo de las plantas sucesivas, en la planta sótano, desde el canto inferior de la losa, en la planta bajo cubierta, hasta el canto superior de la cubrición, sin escaleras exteriores, cajas de tragaluces, voladizos, buhardillas, chimeneas, etc.). El **volumen neto del edificio** es la superficie útil multiplicada con la altura libre correspondiente.

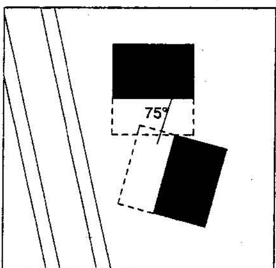
véase también:
BauNVO, pág. 68



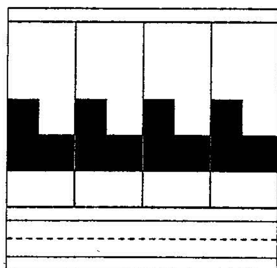
❶ Separaciones/distancias



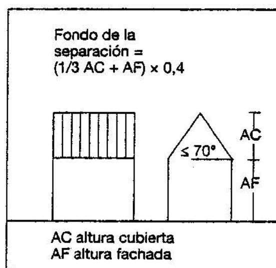
❷ Edificación sobre linderos



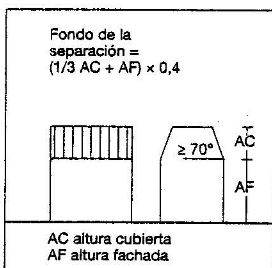
❸ Solape de separaciones a partir de 75°



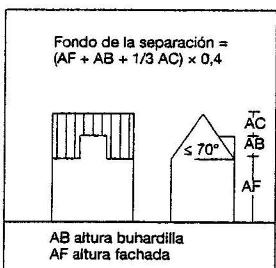
❹ Solape de separaciones con el patio ajardinado



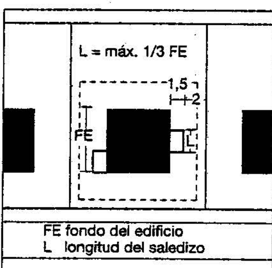
❺ Fondo de la separación



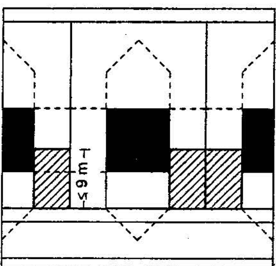
❻ Fondo de la separación en pendientes de cubierta a partir de 70°



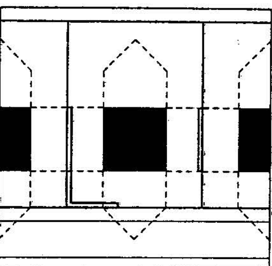
❼ Fondo de la separación en el caso de cubiertas con buhardillas



❽ Saledizos



❾ Garajes



❿ Muros, cerramientos de parcela

PROYECTO Y DIRECCIÓN FACULTATIVA

SEPARACIÓN ENTRE EDIFICACIONES

1. Debe dejarse libre de construcciones sobre rasante las superficies delante de las paredes exteriores de los edificios y de separación entre ellos → ❶ - ❷.
Esto también es válido para otros edificios que, sobre otras construcciones y linderos, al efecto son equiparables a los de edificios. No son necesarias separaciones ante fachadas sobre los linderos si la normativa exige o tolera que puedan situarse ahí → ❷.

2. Las separaciones deben cumplirse dentro de la propia parcela → ❶ - ❷. Las distancias necesarias también pueden medirse sobre viales, superficies públicas de agua y con vegetación, pero como máximo hasta su punto medio.
Las separaciones y distancias pueden extenderse íntegra o parcialmente a otros solares, si con ello se asegura por convenio público que estos no serán edificables.
Estas separaciones no podrán ser consideradas para otras distancias que deben respetarse en la misma parcela.

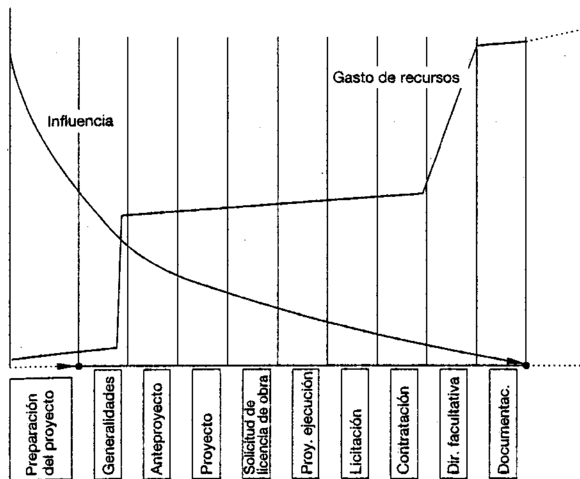
3. Las separaciones no deberán solaparse, a excepción de que:
- las fachadas formen un ángulo de más de 75° → ❸
- sean fachadas que dan a un patio ajardinado fuera de vista en edificios de viviendas de las categorías 1 y 2 → ❹
- estén permitidos edificios y otras construcciones dentro de estas.

4. El fondo de las separaciones depende de la altura de la fachada → ❹ - ❻.
Esta se mide en sentido vertical a la pared. Se denomina altura de la fachada a la medida desde la rasante hasta la coronación de la fachada o la intersección de la fachada con la cubierta → ❹.
De la altura de cubiertas con una pendiente menor a 70° se suma una tercera parte, de la de pendientes de más de 70° se suma la altura completa a la altura de la fachada → ❺.
Lo mismo es válido para las buhardillas → ❼.

5. El fondo de las separaciones se diferencian según las normativas de cada país. Según la Ordenanza alemana modelo (MBO) mide 0,4 × altura, con un mínimo de 3 m (0,2 × altura, mín. 3 m en zonas comerciales e industriales). Ante las fachadas de edificios de las categorías 1 y 2 con un máximo de tres plantas sobre rasante bastan también 3 m de fondo. En algunas ordenanzas regionales LBO existen más excepciones (p. ej., el privilegio de fachadas estrechas).

6. Para el cálculo de las separaciones no se tienen en consideración elementos que sobresalgan de la fachada (cornisas, aleros) → ❽.
Se ignoran saledizos si:
– miden en su totalidad menos de la tercera parte del ancho de la fachada
– sobresalen de la fachada un máximo de 1,5 m
– quedan a un mínimo de 2 m de distancia del lindero vecino.

7. Dentro de las separaciones entre edificios o edificios sin separación (incluso si no están situados sobre el lindero o anejo al edificio) → ❾ - ❿:
- garajes y edificios sin estancias y hogares/calefacción con una altura media de hasta 3 m y una longitud máxima de 9 m por cada lindero → ❾
– centrales solares independientes con una altura de hasta 3 m y una longitud máxima de 9 m por cada lindero
– muros de contención y cerramientos de finca en zonas comerciales o industriales, fuera de estas zonas, con una altura de hasta 2 m → ❿. La longitud de los edificios que no cumplen la distancia exigida hacia el solar vecino no debe exceder un total de 15 m por solar propio.



❶ Influencias sobre los costes de construcción en el transcurso de proyecto y edificación

Categoría de costes			
1. Nivel	2. Nivel	3. Nivel	Descripción
100			Terreno
200			Preliminares
300			Construcción
↳	012		Obra de albañilería
	↳	012.111	Obra de fábrica de ladrillo perforado del tabique interior Tipo de ladrillo: perforado vertical 12/1,6 Clase de mortero: II Grosor: 11,5 cm
400			Tecnología de la construcción
500			Espacios exteriores
600			Equipamiento
700			Honorarios y costes adicionales

❷ Clasificación de los costes según DIN 276

El presupuesto estimativo
Sirve para estimar los costes de construcción. Se atribuye a la fase 2 (anteproyecto).
Las bases para el presupuesto estimativo son:
1. El resultado del anteproyecto (dado el caso, en forma de croquis).
2. Las mediciones de elementos de referencia de las categorías de costes.
3. La memoria descriptiva.
4. Los datos sobre solar y accesos y evacuación.
El presupuesto estimativo deberá abarcar los costes totales, ordenados según el primer nivel de las categorías de los mismos, y deberá contener, como mínimo, siete datos de costes. La memoria descriptiva corresponderá al nivel de información del anteproyecto.

El presupuesto valorativo abreviado
Se define como el "cálculo aproximado" de los costes de la edificación. Forma parte de la fase 3 (proyecto básico).
Las bases para el presupuesto valorativo abreviado son:
1. Los planos completos del proyecto y, dado el caso, los detalles.
2. Las mediciones de los elementos de referencia de las categorías de costes.
3. Las descripciones relevantes para el presupuesto valorativo abreviado deberán determinar los costes totales ordenados según el segundo nivel de las categorías de costes, y contiene 40 datos de costes singulares.
La memoria descriptiva deberá corresponder al nivel de información diferenciado del proyecto básico.

(Imágenes y texto de: Neddermann, "Baukosten", *DAB*, diciembre de 2003/enero de 2004, ligeramente abreviado) [04]

PROYECTO Y DIRECCIÓN FACULTATIVA

COSTES DE LA CONSTRUCCIÓN

La influencia sobre los costes de edificación disminuye a lo largo del proceso de proyecto y construcción. La mayor influencia sobre los costes de edificación la tienen los agentes del proyecto en la preparación del mismo, pues es en ese momento cuando se toman las decisiones sobre las dimensiones, el volumen y otros aspectos del mismo. En el transcurso siguiente ya solo puede influirse con cada vez menos alcance en los costes de edificación. El flujo de efectivo se comporta de modo contrario, en la fase preparatoria aun es reducido y aumenta paso a paso → ❶.
Por tanto, un control de costes eficiente tratará siempre de poner los remedios en las fases iniciales, ya que los cambios en la fase del proyecto de ejecución (selección de materiales, etc.) no suelen tener un éxito apreciable.

Obligaciones según el Reglamento alemán de tarifas de honorarios de arquitectos e ingenieros HOAI
La HOAI compromete al arquitecto a redactar cuatro presupuestos en el transcurso del proyecto y la obra: **presupuesto estimativo, valorativo abreviado, detallado y presupuesto de ejecución material.** Estos presupuestos son prestaciones básicas según el HOAI → págs. 70-74. Se consideran prestaciones básicas con efectos especiales, es decir, que la omisión de un presupuesto tiene consecuencias fatales en caso de pleito.

Fundamentos del presupuesto
Los fundamentos del presupuesto están fijados en la norma DIN 276 que clasifica los costes de edificación en siete **categorías** y tres **niveles** (de costes) → ❷.
Cada presupuesto tiene que estar estructurado del mismo modo y formado por módulos definidos:

1. Datos sobre los costes de todas las categorías de costes
2. Memoria descriptiva del proyecto
3. Suma de gastos en el momento del presupuesto
4. Información acerca del impuesto sobre el valor añadido
5. Fecha del presupuesto
6. Referencia al proyecto respectivo

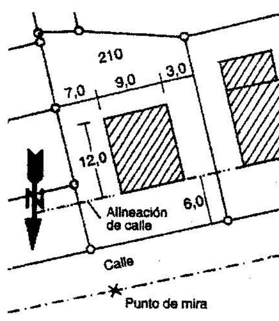
El presupuesto detallado
Es el cálculo de los costes de edificación más exacto posible en la fase 7 (colaboración en la adjudicación).
Las bases de este presupuesto:
1. Los planos de ejecución completos, detalles, etc.
2. Los cálculos estructurales, los de aislamiento térmico, etc.
3. Las mediciones de elementos de referencia de las categorías de costes o unidades de obra.
4. La memoria descriptiva y explicaciones de la ejecución de obra.
5. La recopilación de ofertas, encargos y gastos ya saldados.
Por ser el último cálculo de costes antes de comenzar la obra, tiene un papel importante. Debe registrar los costes totales ordenados según el tercer nivel de la clasificación de costes, y contiene 218 datos de costes singulares. La memoria descriptiva correspondiente al presupuesto detallado refleja el estado actual del proyecto y ofrece el mayor grado de detalle en el transcurso del mismo. La finalidad del presupuesto detallado es redactar, antes del inicio de la obra, un cálculo de costes basándose en ofertas, encargos, gastos ya producidos y, en caso necesario, cálculos propios, ya que solo de este modo existe la posibilidad del control de costes y corrección.

El presupuesto de ejecución material
Sirve para la comprobación de los costes originados, comparaciones y documentación. Los fundamentos del presupuesto de ejecución material son: 1. hojas de liquidación revisadas; 2. mediciones; y 3. explicaciones. Deberán ordenarse los costes totales según el segundo nivel de la clasificación de costes.

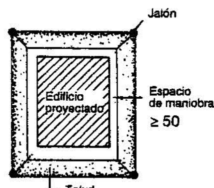
DIN 276



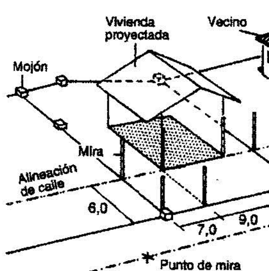
❶ Plano oficial de situación



❷ Plano de situación con el edificio a construir



❸ Excavación

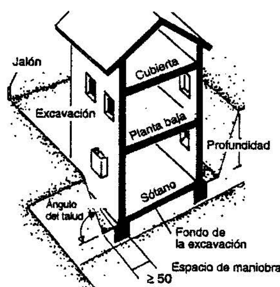


❹ Replanteo sobre el terreno del edificio proyectado

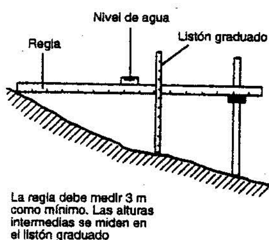
Replanteo

Antes de comenzar con los movimientos de tierras, un topógrafo replantea la casa proyectada sobre el solar partiendo del plano de emplazamiento incluido en la licencia de obra. La excavación prevista se marca con estacas → ❶ – ❹. Para asegurar los puntos de referencia replanteados, antes de las excavaciones se montan unas **camillas** → ❽ con margen en el canto superior del talud de la excavación. Partiendo de este, se tensan unos **cordeles** tras la excavación que reflejan las dimensiones exteriores del edificio. Las **esquinas exteriores** de la casa se obtienen mediante plomadas en los cruces.

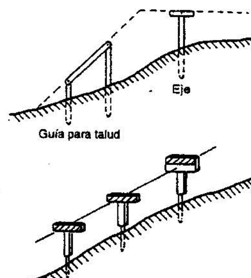
También debe replantearse la altura. Para ello, uno se orienta con los puntos de referencia del entorno. En la **nivelación geométrica** se registra la diferencia de alturas relativas a un **nivel** horizontal, mediante **miras** verticales sobre los puntos de referencia → ❾. Con la **regla** (generalmente una regla de aluminio de 3 m de largo con nivel de aire incorporado) y la **regla graduada** se añaden alturas intermedias → ❻. En la **nivelación hidrostática** pueden trasladarse las cotas de altura entre puntos sin conexión visual gracias al **nivel de manguera**, una manguera flexible rellena de agua con tubos de cristal graduados en milímetros en sus extremos que, por el principio de los vasos comunicantes, permiten reconocer el nivel del agua.



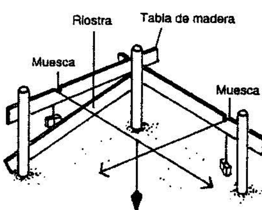
❺ El edificio dentro de la excavación



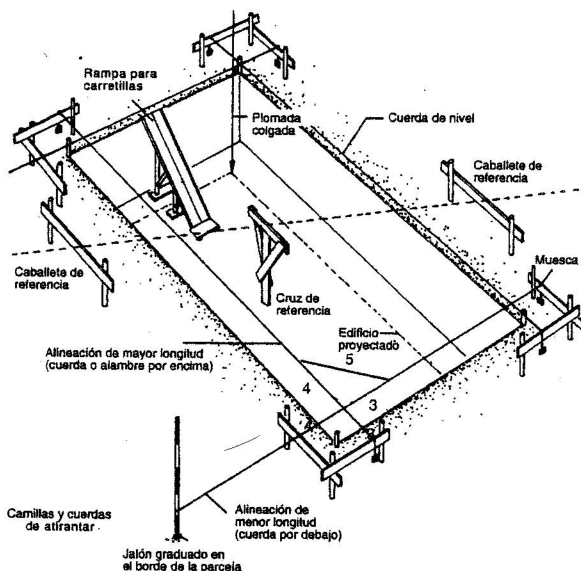
❻ Regla



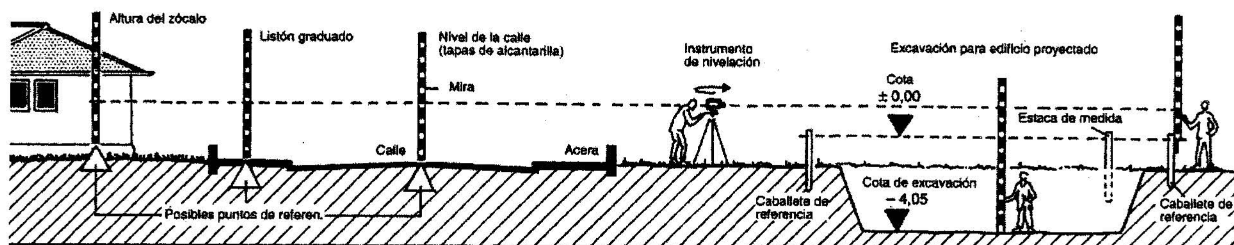
❼ Cruces de referencia



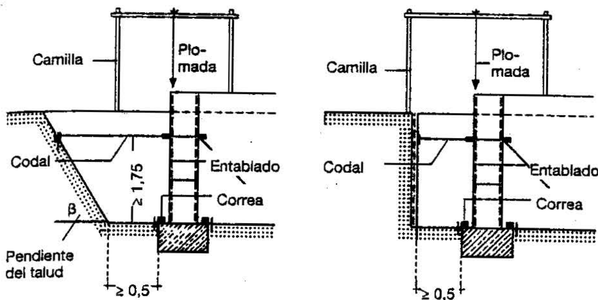
❽ Camilla



❿ Realización del replanteo con camillas y cuerdas de atirantar → ❾

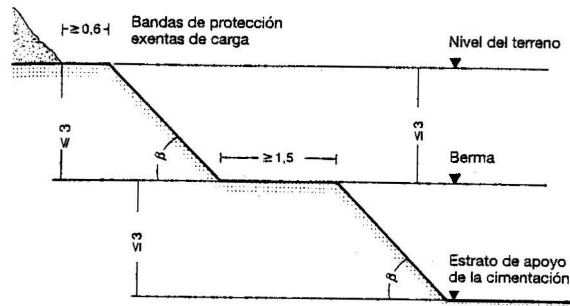


❾ Replanteo de las alturas en un edificio

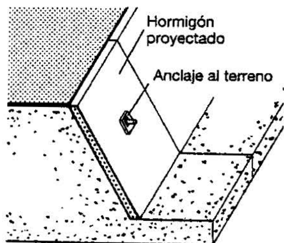


❶ Zanja con espacio de maniobra y talud

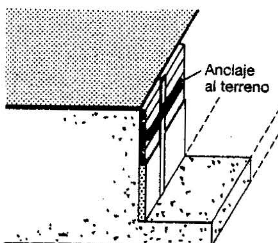
❷ Zanja con espacio de maniobra y entibación



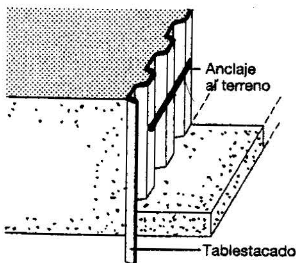
❸ Excavaciones en talud con berma para evitar el deslizamiento de tierras



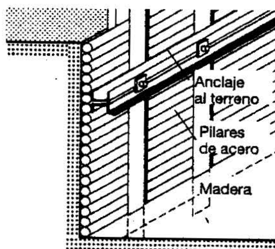
❹ Talud con hormigón proyectado



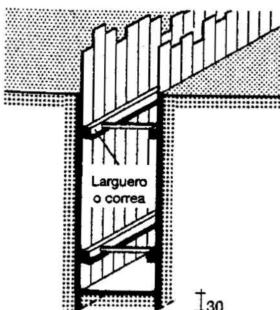
❺ Entibación de viguetas con entrepaños de hormigón



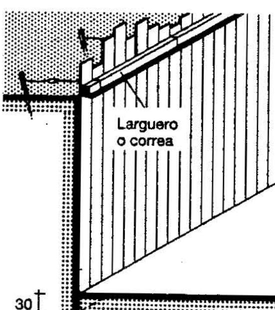
❻ Tablestacado de acero con anclaje en el terreno



❼ Empalizada de troncos



❽ Entibación vertical acodalada



❾ Entibación con tablones verticales

CIMENTACIÓN

EXCAVACIONES

Un cálculo erróneo de la resistencia del terreno y de la cota del nivel freático, al igual que del comportamiento de la cimentación elegida, conducen a menudo a daños técnicos y económicos irreparables. Son estos, ante todo, daños por desplazamiento lateral del suelo bajo carga de cimentación (**rotura del terreno, deslizamiento**), por hundimiento o deslizamiento lateral del cimiento en el suelo, o por **asientos** debidos a la compactación del suelo bajo los cimientos por las cargas de cimentación y/o sobrecargas próximas a la excavación. La consecuencia de todo ello son deformaciones y daños (fisuras) en la obra de fábrica.

DIN 1054
DIN 4124

Reconocimiento del terreno

Si no existen suficientes estudios locales sobre la composición, la extensión, la compactación y el grosor de los estratos en el área de construcción, es indispensable llevar a cabo un **estudio geotécnico** que llevará a cabo un ingeniero especializado, quien proporcionará una visión en los estratos mediante **calicatas** (excavación manual/con excavadora), **barrenados** (barrena de cuchara cerrada, rotatoria, de extracción) con extracción de un testigo y **sondeo** (número y profundidad dependiendo de la topografía, el edificio y el resultado respectivo de la prospección). El **nivel freático** se determina mediante la colocación de tubos de sondeo en barrenados y mediciones regulares (fluctuación del nivel).

Desde el punto de vista constructivo, los estudios geotécnicos deben suministrar datos para la planificación y ejecución económica y técnica del edificio:

El análisis de las **muestras** da datos sobre la **granulometría**, la **humedad**, la **consistencia**, el **peso específico**, la **compactación**, la **resistencia al corte** y la **permeabilidad** del terreno.

Los sondeos proporcionan una prospección continua sobre la resistencia y compactación a la profundidad a la que se hacen las muestras.

Las **muestras de agua freática** se analizan para valorar su **agresividad frente al hormigón**.

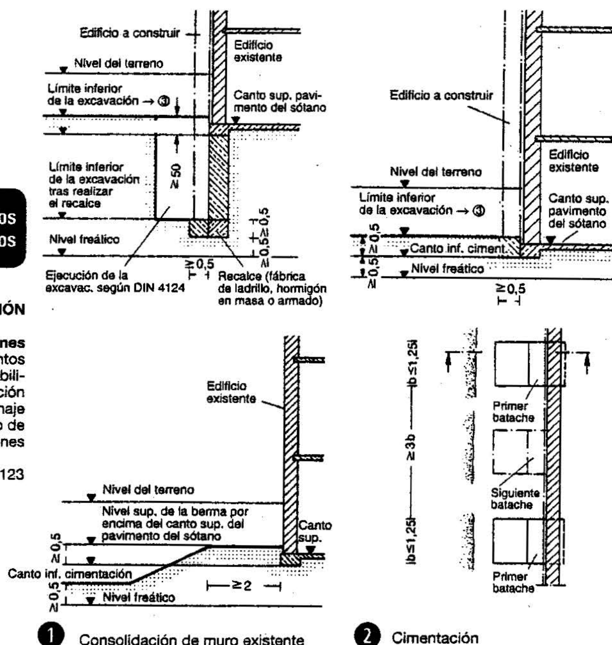
Se informa a la empresa constructora de los resultados del reconocimiento en un **estudio geotécnico**.

Excavaciones

Las excavaciones se ejecutan generalmente con taludes → ❶. Por lo general, pueden suponerse las siguientes pendientes de **talud** ß para situaciones del terreno normales sin comprobación por cálculo de la seguridad estructural:

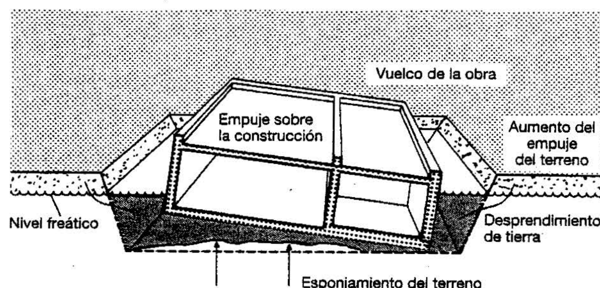
a) suelo no cohesivo o de cohesión blanda	ß ≤ 45°
b) suelo cohesivo rígido o semiduro	ß ≤ 60°
c) roca	ß ≤ 80°

Para la protección contra agua de escorrentía, helada y desecado, se recomienda una cobertura del talud con **láminas de protección, hormigón proyectado** o similares y, según el caso, zanjas de drenaje en las coronaciones del corte → ❹. En taludes de gran profundidad hay que contar con deslizamientos de partes del talud, incluso con las pendientes de talud correctas, por lo que es necesario escalonarlos con **bermas** → ❸. Es necesaria una **entibación** de los cortes de la excavación en casos de suelos no resistentes y en lugares angostos de las obras. Según la solicitación, estas se ejecutan con tablones de madera verticales fijados con anclajes o codales → ❾, perfiles de acero con entrepaños de escuadrías o troncos de madera ("entibación berlinesa") → ❼ o en forma de construcción con **tablestacas** → ❻. Las entibaciones pesadas que se incluirán en el edificio y que forman parte de la cimentación se ejecutan mediante sistemas de pilotes o muros pantalla con lodos tixotrópicos. Entre el pie del talud o la entibación y el paramento exterior del edificio debe preverse un espacio de maniobra de 50 cm → ❶ - ❷.

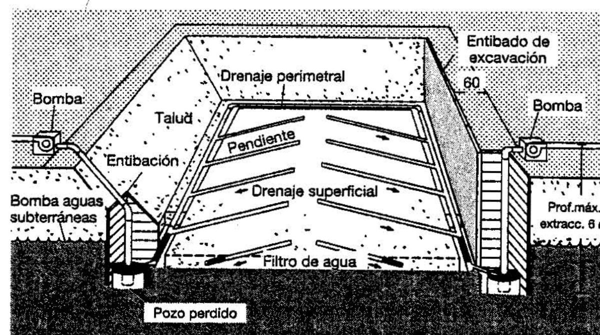


❶ Consolidación de muro existente

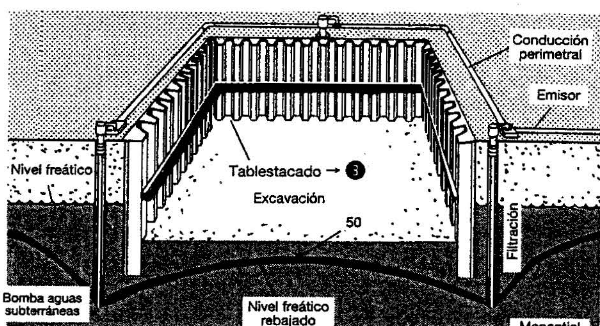
❷ Cimentación



❸ Empuje ejercido por el agua cuando la cimentación está por debajo del nivel freático



❹ Empuje ejercido por el agua cuando la cimentación está por debajo del nivel freático



❺ Retención de aguas con disminución del nivel freático

Recalces

Si un edificio de nueva planta se levanta junto a otro existente con la base de la cimentación más alta, debe recalzarse este último para no poner en peligro de asiento o deslizamiento al edificio en cuestión. Las zanjas, las cimentaciones y los recalces en el entorno de edificios existentes deben proyectarse, prepararse y ejecutarse de forma exhaustiva y concienzuda según la norma DIN 4123 → ❶ – ❷.

Durante la ejecución en obra tiene que estar presente un director de obra competente.

Según la DIN 3123, y a pesar de un planeamiento y una ejecución cuidadosa, las medidas no pueden excluir **ligeras deformaciones en los edificios existentes dependiendo de su estado y tipo de construcción.**

Se consideran casi inevitables **fisuras** y **asientos** de hasta 5 mm en las partes del edificio recalzadas, por lo que, junto a los agentes del proyecto y en el marco de un **procedimiento de aseguramiento de la prueba**, se recomienda reconocer el estado de los edificios existentes y replantear cotas de alturas y, dado el caso, testigos de deformación.

Agua freática

Si el fondo de la excavación se encuentra por debajo del nivel freático, se requieren medidas especiales:

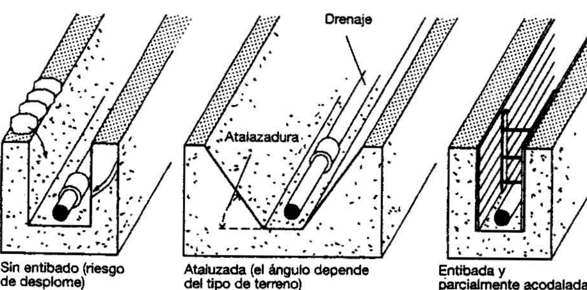
En el caso de un sistema de gestión de agua abierto, se aspira continuamente el agua freática de rebajes, zanjas y drenajes en el fondo de la excavación → ❹. En el caso de mayor caudal, es necesario un **sistema de achique de agua cerrado** → ❺: el agua se achica mediante **bombas sumergidas** (con un margen de seguridad de unos 50 cm) hasta quedar por debajo del fondo de la excavación. No obstante, en excavaciones de mayor dimensión y profundidad se corre el riesgo de que el rebaje del agua freática influya en las condiciones del terreno del entorno (asientos de edificios colindantes) o que no se autorice el uso de la red de desagüe pública.

En tal caso, tiene que **impermeabilizarse el fondo de la excavación en toda su superficie contra el agua que pueda penetrar desde abajo.**

Para ello, se contiene perimetralmente la excavación con muros pantalla o tablestacados anclados. En el caso de una **losa de cimentación de hormigón sumergida**, se draga la excavación "bajo agua" y se hormigona una **losa de cimentación asegurada contra la subpresión** (si es preciso, desde un pontón). La excavación puede achicarse tras el fraguado del hormigón, y las fugas pueden impermeabilizarse posteriormente mediante inyección.

En caso del fondo de **excavación de gel blando**, se inyecta silicato sódico con un endurecedor químico en el terreno y se obtiene una capa casi impermeable.

En el vaso que así se forma se levanta el edificio con paramentos exteriores de **hormigón hidrófugo.**



❻ Zanjas para canalizaciones

CIMENTACIÓN

CIMIENTOS

DIN 1054

En la ejecución de cimientos se distinguen cimentaciones superficiales (**zapatas aisladas → ❶**, **zapatas corridas → ❷**, **losas de cimentación → ❸**)) y cimentaciones profundas (**pilotajes → ❹ →** pág. 82).

Cimentación superficial

Cimientos de obra de fábrica son técnicamente factibles, pero poco frecuentes debido a sus altos costes..

Cimientos de hormigón en masa se utilizan con poco vuelo y en edificaciones de menor escala..

Cimientos de hormigón armado se disponen en caso de presiones sobre el terreno y vuelos mayores → ❼ - ❽. (armadura para solicitación por tracción → ⓬). En comparación con el hormigón en masa, si se utiliza hormigón armado se ahorra altura, peso y profundidad de la excavación. Disposición de los cimientos en juntas de dilatación y en medianeras o linderos → ❾.

Losas de cimentación → ❿ en terrenos con poca capacidad portante, si las zapatas aisladas o las corridas no son suficientes para responder a las solicitaciones.

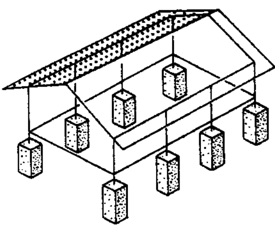
La solera de cimentación tiene que estar a una **profundidad sin riesgo de heladas**; es decir, que las capas de suelo inferiores ya no puedan entrar en movimiento por congelación y descongelación. Según la norma DIN 1054, se considera libre de heladas una profundidad de **0,8 m** (en obras de ingeniería, 1-1,5 m).

Mejora de la capacidad portante del terreno

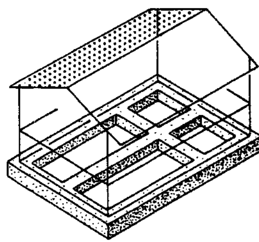
a) **Compactación por vibración**, con equipo de placa vibratoria (rana), compactación en un radio de 2,3-3 m; distancias entre núcleos compactados, aprox. 1,5 m. Se rellena el suelo. La calidad depende de la granulometría y compactación inicial.

b) **Pilotes de compactación**, relleno del espacio desplazado con áridos de granulometría variable sin aglomerantes.

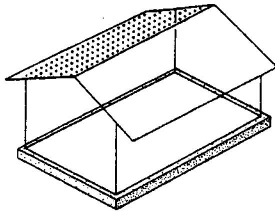
c) **Refuerzo y compactación del suelo**. Inyección de cemento; no aplicable en suelos cohesivos y agresivos con el cemento. Inyección de productos químicos (solución de ácido silíceo, cloruro de calcio). Petrificación instantánea y permanente; solo puede aplicarse en terrenos ricos en cuarzo (gravas, gravillas y arena).



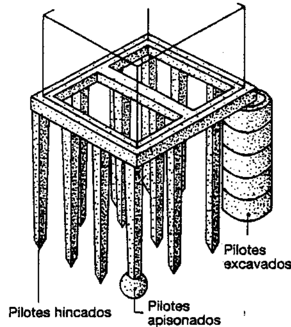
❶ Cimentación aislada para edificios ligeros sin sótano



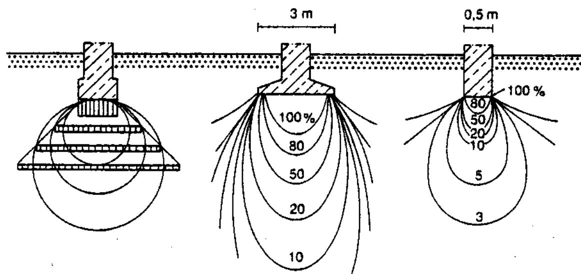
❷ Lo más usual es realizar cimentaciones corridas



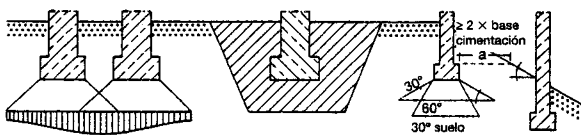
❸ Losa de hormigón armado



❹ Cimentaciones a base de pilotajes y pozos



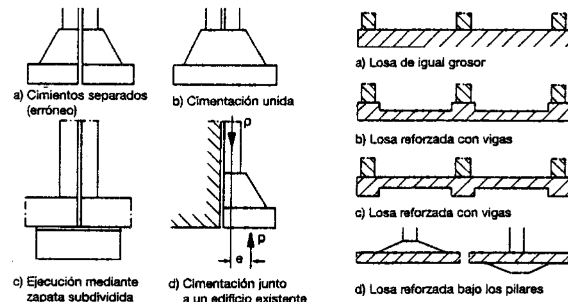
❺ Con presiones bajo solera idénticas, los cimientos anchos producen mayores tensiones adicionales en comparación con los cimientos estrechos



❻ Cuando el ámbito de influencia de dos cimientos se superpone, existe peligro de un asentamiento excesivo. Es importante tenerlo en cuenta al cimentar al lado de un edificio existente

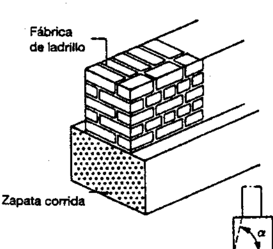
Cuando la cimentación se realiza sobre un lecho de arena de 0,8 a 1,2 m de altura, vertida y compacta por capas de 15 cm y cubierta con arcilla, las cargas transmitidas al terreno se reparten por una superficie mayor

Cimentación en una ladera de montaña. Líneas de distribución de presiones = pendiente del suelo de cimentación

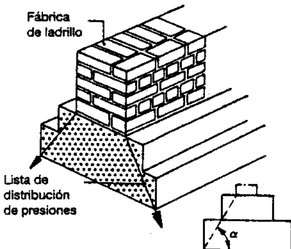


❾ Ejecución de la cimentación en juntas de dilatación o separación

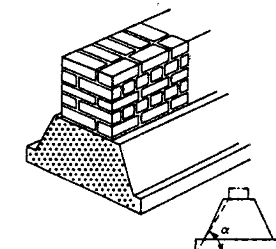
❿ Separaciones tipo de losas de cimentación



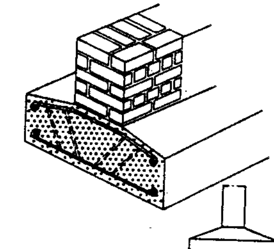
❼ Zapata corrida sencilla, de hormigón en masa



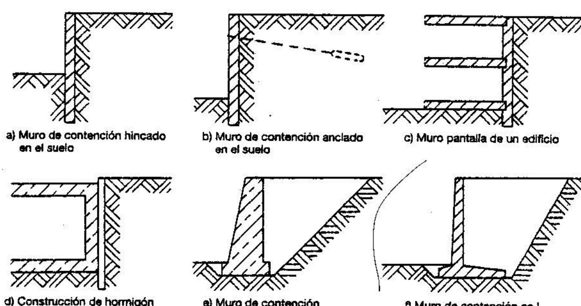
❽ Zapata corrida escalonada, de hormigón en masa



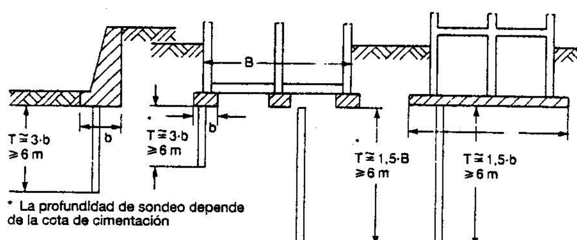
⓫ Zapata trapezoidal, de hormigón en masa



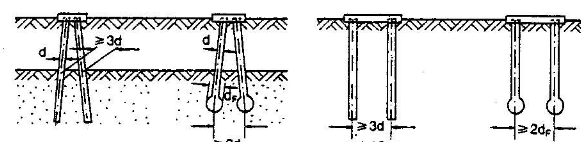
⓬ Zapata, aún más ancha, realizada con piezas prefabricadas de hormigón armado



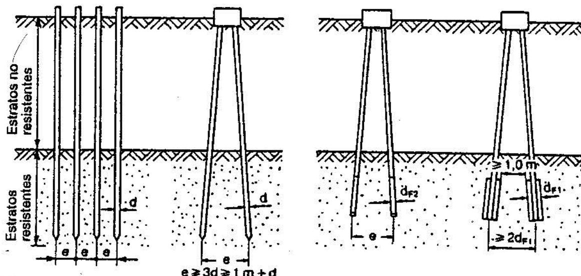
1 Construcciones a calcular, por regla general, para un empuje activo (según DIN 1055)



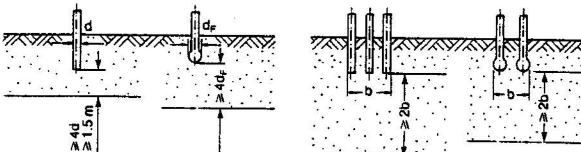
2 Profundidades mínimas de las perforaciones para pilotajes según DIN 1054



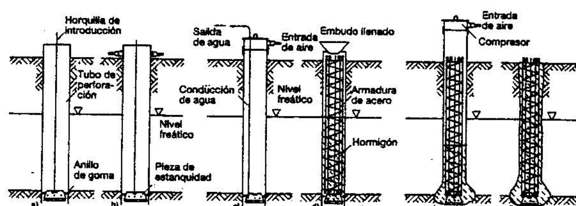
3 Separación mínima entre pilotes excavados



4 Separación mínima entre pilotes hincados



5 Profundidad mínima del estrato resistente por debajo del pilote



6 Pilotes de hormigón inyectado (sistema Brechtel)

Cimentaciones profundas

Se utilizan cimentaciones profundas cuando los estratos de suelo portante se encuentran a gran profundidad y, por tanto, no pueden ser alcanzados con cimentaciones superficiales.

Generalmente se ejecutan con pilotes de hormigón armado, que transmiten las cargas del edificio proyectado a través de los estratos de suelo no portante hasta llegar al subsuelo portante. Para el dimensionado de los pilotajes deben identificarse la presión admisible del terreno, al igual que el tipo, la composición, la extensión, la compactación y el grosor de los estratos por calicatas y sondeos, si los estudios locales no ofrecen información suficiente.

Conceptos fundamentales

La carga del pilote puede transmitirse al suelo portante mediante **rozamiento, presión por punta** o **ambos** (el tipo de la transmisión de cargas depende del terreno y del tipo de pilotes).

Pilotaje apoyado: la transmisión de las cargas se efectúa por punta sobre suelo resistente, además de por rozamiento.

Pilotaje flotante: las puntas de los pilotes no llegan hasta las capas resistentes, y los estratos poco resistentes se compactan con el hincado de pilotes.

Según la **transmisión de las cargas**, se distinguen:

Pilotes por rozamiento, que transmiten sus cargas fundamentalmente por rozamiento entre la superficie del pilote y el terreno hasta los estratos resistentes. **Pilotes por resistencia por punta**, que transmiten las cargas al terreno fundamentalmente por la presión en su punta. El rozamiento no tiene importancia en este caso. En el caso de pilotes hormigonados in situ, la resistencia por punta admisible se aumenta considerablemente ensanchando la cabeza.

Según la **posición de los pilotes**, se distingue entre:

Pilotes enterrados en el terreno en toda su longitud. **Pilotes libres**, que solo están enterrados parcialmente, con la parte superior libre y que, por tanto, están solicitados a flexión.

Según el tipo de introducción en el terreno se distinguen pilotes que compactan, desplazan o esponjan el suelo: **pilotes hincados por percusión** en el terreno, **pilotes hincados por presión** en el terreno y pilotes barrenados que se introducen en un barreno. Los **pilotes de barrena** continua se taladran y los **pilotes hincados con lanza de agua** se introducen a chorro de agua de barrido.

Según el **tipo de solicitaciones** se distinguen:

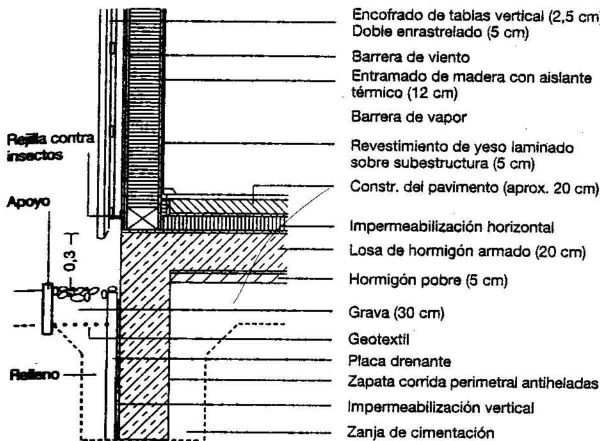
Pilotes solicitados axialmente, **pilotes solicitados a tracción** que transmiten las cargas al terreno por rozamiento; pilotes que trabajan por presión y que transmiten las cargas por presión por punta y rozamiento al terreno; **pilotes solicitados a flexión** (p. ej., pilotes de grandes dimensiones con cargas horizontales).

Según su **producción y su puesta en obra** se distinguen:

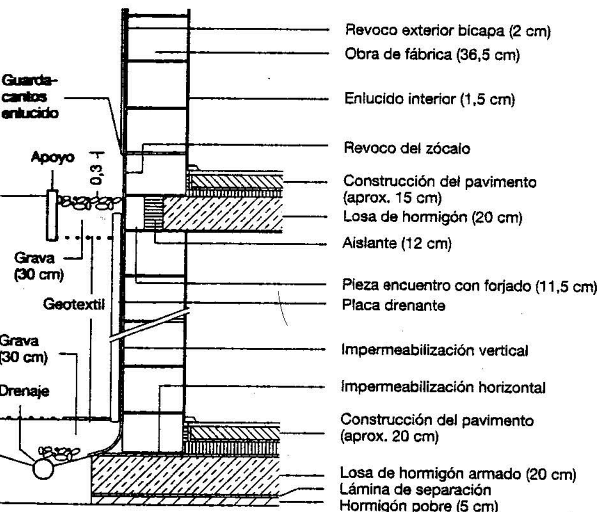
Pilotes prefabricados, que son transportados por partes de longitudes definidas o como pilotes completos a la obra, e hincados en el terreno por percusión, lanza de agua, vibrado, hincado por presión, barrenado o colocados en barrenos preparados; **pilotes in situ**, fabricados en una cavidad creada en el terreno, como pilotes barrenados, hincados, apisonados y vibrados; **pilotes híbridos**, compuestos de piezas prefabricadas y confeccionadas in situ.

Los pilotes in situ tienen la ventaja de que su longitud no tiene que definirse hasta su puesta en obra, basándose en los resultados del sondeo o en caso de barrenado por prospección de los estratos extraídos.

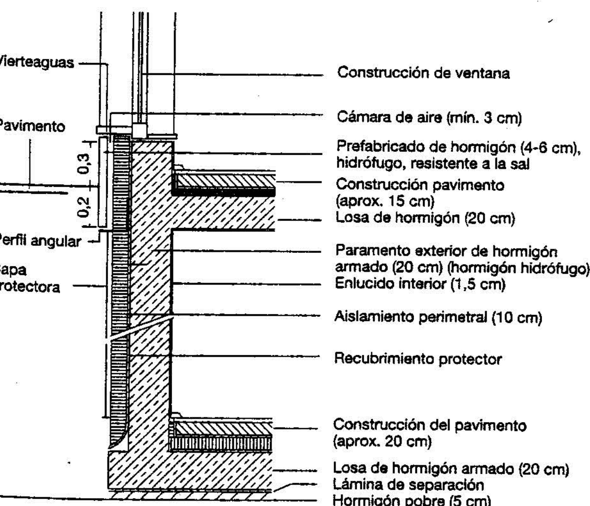
DIN 4095
DIN 18195



1 **Detalle del zócalo** de un edificio de entramado de madera sin sótano, **con arranque del terreno** abierto, en el caso de suelo muy permeable



2 Detalle de zócalo de un edificio con sótano de paredes de obra de fábrica en terreno poco permeable o cohesivo



3 Detalle de un edificio con sótano, pavimento de la planta baja a la altura de rasante, ejecución como "vaso estanco"

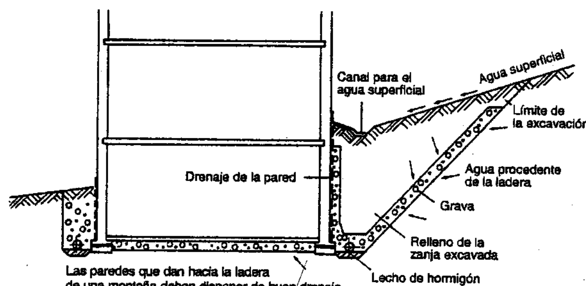
Impermeabilización

Los **paramentos exteriores, losas** y **forjados** en contacto con el terreno tienen que ser impermeabilizadas contra la **humedad del exterior**. Los **muros exteriores e interiores** en sótanos y en plantas bajas sin sótano deben protegerse mediante una **impermeabilización horizontal** contra la **humedad ascendente**, que se manifiesta en forma de **humedad del suelo** (agua capilar, aspirada y de adhesión presente en el terreno, que también salva la fuerza de gravedad gracias a las fuerzas capilares) o de **agua sin presión hidrostática** proveniente de precipitaciones, en forma de agua sin presión hidrostática (p. ej., sobre forjados de sótanos soterrados) y de **agua con presión hidrostática** o **agua acumulada temporalmente** (agua freática o agua alta).

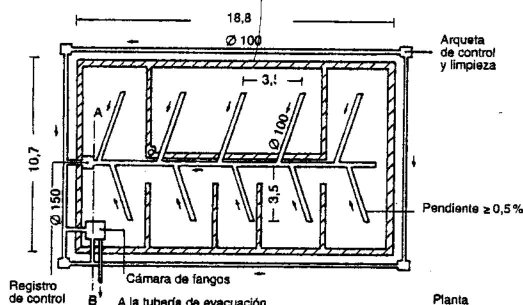
Para la impermeabilización con **láminas o masas bituminosas, láminas plásticas y elastómeras, flejes metálicos, mástique asfáltico** o **recubrimiento bituminoso grueso modificado con materiales sintéticos** están reglamentados los materiales impermeabilizantes y los modos de ejecución en la norma **DIN 18195.**
Las entregas y uniones pegadas de impermeabilizaciones verticales y horizontales deben efectuarse de modo que no se produzcan **fugas** por las que entre la humedad, y se tienen que solapar más de 30 cm sobre rasante. Además, es necesario colocar capas protectoras para proteger de daños las impermeabilizaciones hasta que el edificio esté acabado.
Clasificación de las impermeabilizaciones necesarias según la acción del agua correspondiente → **4**.

Tipo de elemento constructivo	Tipo de agua	Situación puesta en obra	Tipo de acción del agua	Tipo de la impermeabilización necesaria
Paramentos y losas en contacto con el terreno **por encima** del nivel freático de referencia	Agua capilar Agua de adhesión Agua de infiltración	Suelo altamente permeable (DIN 18130-1 > 10^{-4} m/s	**Humedad del suelo** y agua de infiltración sin presión hidrostática	DIN 18195-4: 2000-08
		Suelo poco permeable (DIN 18130-1) ≤ 10^{-4} m/s **con drenaje** según DIN 4095		
		Suelo poco permeable (DIN 181301) ≤ 10^{-4} m/s **sin drenaje** (hasta profundidades de cimentación de 3 m bajo rasante)	**Agua de infiltración con presión hidrostática**	DIN 18195-6: 2000-08, apdo. 9
Superficies horizontales e inclinadas, soterradas	Escorrentía Agua de infiltración	Cubiertas transitables según DIN 18195, apdo. 8.3 (p. ej., forjados de sótanos)	**Agua sin presión hidrostática,** solicitación alta	DIN 18195-5: 2000-08, apdo. 8.3
Paramentos y losas en contacto con el terreno **por debajo** del nivel freático de referencia	Agua freática Agua alta	Todos tipos de suelo, edificio, construcción	**Agua con presión hidrostática** por el exterior	DIN 18195-6: 2000-08, apdo. 8

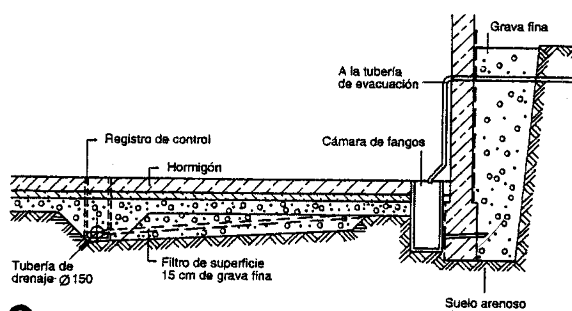
4 Clasificación de acción de agua, situación constructiva y tipo de impermeabilización en elementos constructivos en contacto con el terreno, según DIN 18195-1:2000-08 [01].



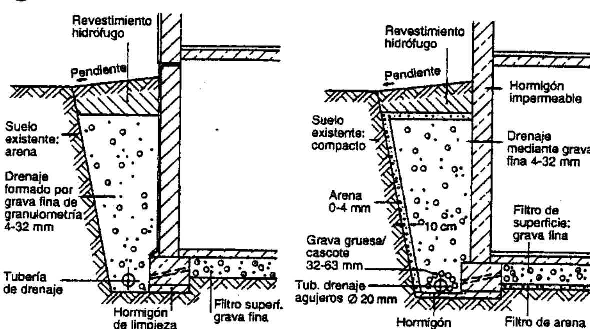
1 Las paredes que dan hacia la ladera de una montaña deben contar con un buen drenaje



2 Drenaje de una superficie mediante una capa filtrante de grava y un sistema anular de tuberías

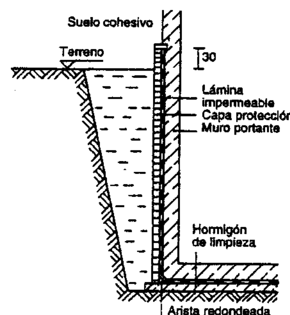


3 Sección A–B → 2

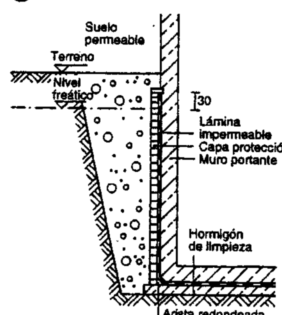


4 Drenaje con filtro de mezcla

5 Drenaje con filtro escalonado



6 Impermeabilización resistente a la presión hidrostática

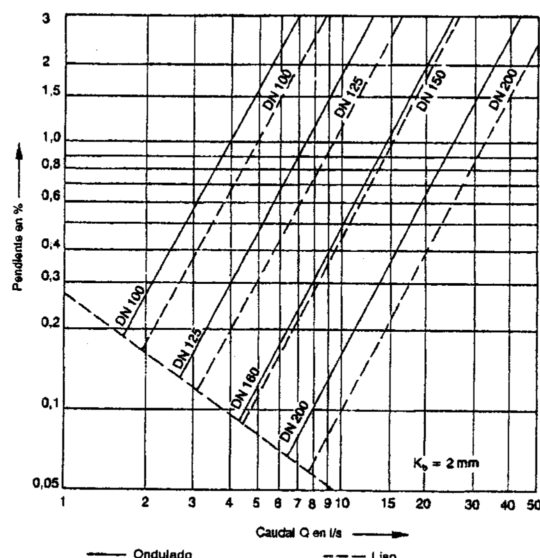


7 Impermeabilización resistente a la presión hidrostática

Drenaje

Drenaje es la desecación del terreno mediante **capa drenante** y **drenes** para evitar la **creación de agua con presión hidrostática en un paramento exterior.** Está compuesto por instalaciones de drenaje, control y barrido, al igual que desagües. Los detalles de la ejecución técnica están reglamentados en la norma DIN 4095 → 8.

Cañería de drenaje, diámetro nominal DN 100, pendiente 0,5 %. Tubo de barrido y control de diámetro nominal DN 300. Pozo de barrido y control, colector diámetro nominal DN 1000. Puede calcularse el diámetro nominal para tuberías de drenaje con sección circular y una rugosidad k_b = 2 mm → 8. La velocidad de flujo en el tubo de drenaje en estado lleno no deberá ser inferior de v = 0,25 m/s. Para superficies de más de 2.000 m² debe planificarse un drenaje superficial que se evacua mediante tuberías de drenaje. La separación entre las tuberías debe dimensionarse y, si fuera necesario, deben disponerse instalaciones de control → 2.
La condición para un drenaje eficaz es un desagüe suficiente teniendo en cuenta el máximo nivel de agua en el desagüe. Se debe intentar lograr una conexión con pendiente libre a un desagüe bajo cielo abierto o a un canal de aguas pluviales; es decir, poder prescindir de bombas. Si se necesitan bombas, deben asegurarse con medidas adecuadas (p. ej., mediante válvulas antirretorno de seguridad contra reflujo por sobrecarga desde el desagüe). Las medidas de seguridad contra reflujo por sobrecarga tienen que ser accesibles y deben revisarse. También puede evacuarse el agua al terreno permeable (p. ej., mediante un pozo de infiltración).



8 Diagrama de dimensiones para las canalizaciones de drenaje

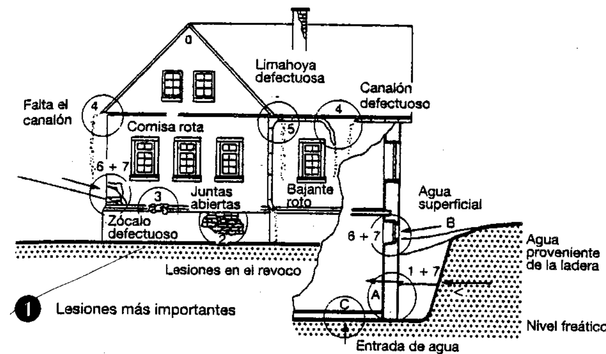
Impermeabilización de vasos estancos

En cuanto se encuentra **agua con presión hidrostática** o no es posible la evacuación del agua accionando sobre el edificio a través de un drenaje, los elementos deben construirse con hormigón hidrófugo (**"vaso estanco de hormigón"**) o cubrir la solera y los paramentos con una **barrera resistente a la presión hidrostática en forma de membrana estanca**, compuesta por una impermeabilización cerrada de láminas bituminosas, juntas metálicas o láminas plásticas (**"vaso estanco bituminoso"**). Esta tiene que ser resistente a aguas agresivas y no debe perder su eficacia → pág. 83. Además, también se utilizan impermeabilizaciones con bentonita (**"vaso estanco marrón"**).
En la actualidad se prefiere construir vasos estancos de hormigón para impermeabilidad contra el agua con presión hidrostática. Si la losa del sótano y los paramentos verticales están separados por una junta de trabajo, debe asegurarse esta mediante perfiles de junta o entregas correspondientes. Como seguridad adicional, el paramento exterior del vaso estanco recibe un recubrimiento de base bituminosa o de resinas sintéticas → 6 – 7.

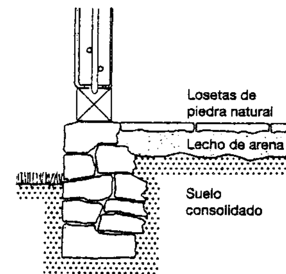
CIMENTACIÓN

SANEAMIENTO DE CIMENTACIONES

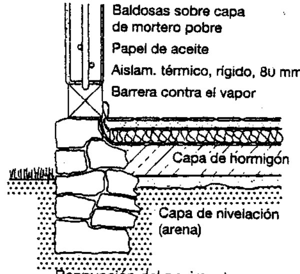
La mayor parte de los daños que se producen en los edificios es a causa de la humedad. Las humedades procedentes del terreno se deben a la falta o el desgaste de las capas de impermeabilización en cimientos y sótanos, a la falta o la obturación de los drenajes, y a la evacuación defectuosa de aguas pluviales y de escorrentía que se produce en el encuentro de los paramentos con el rasante.
En caso de que necesiten reparación, deben averiguarse y eliminarse las causas de dicha humedad. Las impermeabilizaciones horizontales ausentes o desgastadas en la obra de fábrica solo pueden reponerse con grandes esfuerzos. En estos casos, es necesario prestar un especial cuidado en la ejecución, y el transporte capilar de humedad debe interrumpirse. Si es imposible desecarlos (o solo con esfuerzos desproporcionados), los elementos constructivos pueden recubrirse con sistemas de enlucido especiales que facilitan la evaporación de la humedad. Las sales minerales resultantes de la evaporación pueden ser absorbidas por los revocos sin causar desprendimientos. No obstante, la vida útil de estos enlucidos de saneamiento es notablemente más corta que la de revocos colocados sobre bases secas.



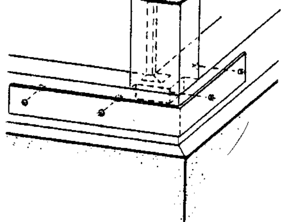
❶ Lesiones más importantes



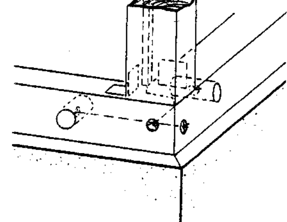
❷ Antiguo pavimento de piedra en edificios sin sótano



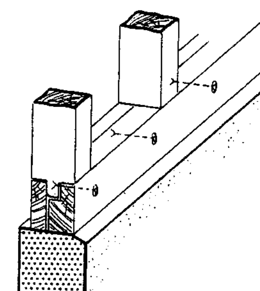
❸ Renovación del pavimento con un aislamiento térmico y una barrera de vapor sobre capa de hormigón con mortero de cal



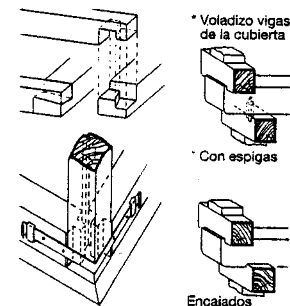
❹ Refuerzo de esquina con escuadra de acero



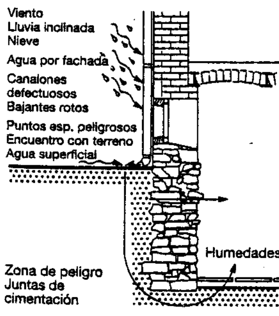
❺ Cambio de la correa en dos fases del trabajo



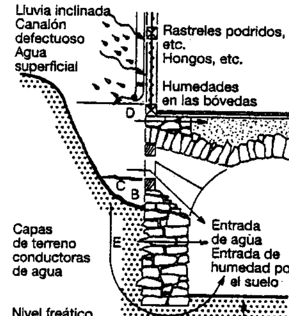
❻ Cambio de la correa en dos fases del trabajo



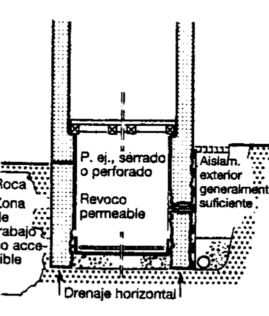
❼ Posible conexión de las correas a 90° (solicitaciones a tracción y compresión)



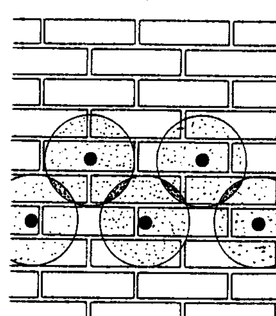
❽ Lesiones principales debidas al agua superficial



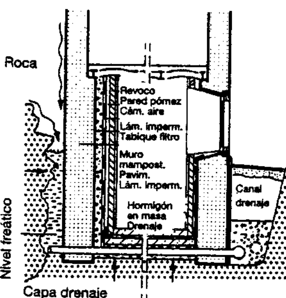
❾ Lesiones principales debidas a la presión hidrostática del agua



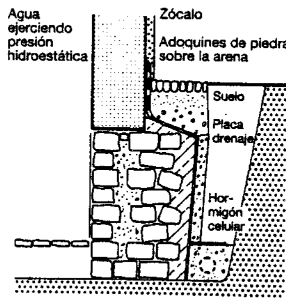
❿ Aislamiento e impermeabilización horizontal en el sótano



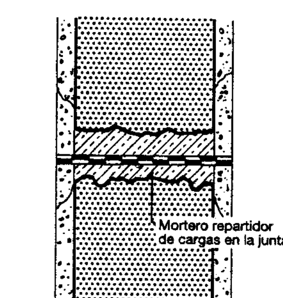
⓫ Estanquidad por inyección puntual



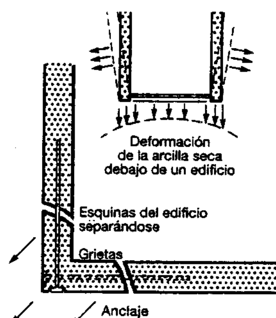
⓬ Rehabilitación de cimientos en contacto directo con el terreno



⓭ Impermeabilización horizontal realizada a posteriori (barrera en muro)



⓮ Afianzamiento de una esquina agrietada



⓯ Afianzamiento de una esquina agrietada

MUROS

OBRA DE FÁBRICA DE PIEDRA NATURAL

Se distingue entre **mampostería careada, ordinaria, concertada, ciclópea, verdugada** o **sillería.** Las directrices para su fabricación están enumeradas en la norma DIN 1053:

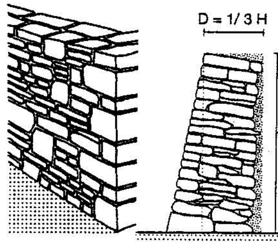
Las piedras estratificadas de procedencia sedimentaria deben aparejarse sobre el lecho de cantería horizontal → ❶, ❸, ❹, para proporcionar un efecto más natural, ya que así las cargas actúan en perpendicular a la mayor superficie de apoyo.

Para ello es de gran importancia la dimensión de los mampuestos. La **soga** de los mampuestos no debe ser inferior al grosor, ni 4 o 5 veces mayor que este (hay que tener cuidado con la buena trabazón del aparejo longitudinal y transversal). En la fábrica de piedra natural homogénea, el aparejo tiene que estar en toda su sección. En ambos paramentos de los mampuestos no deben coincidir **nunca más de tres juntas** en un punto. Ninguna llaga debe atravesar dos hiladas.

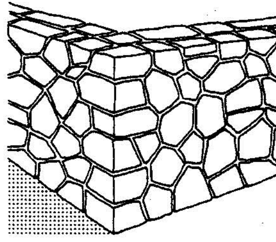
Para su equilibrio estructural, las hiladas a un nivel deben quedar cada 1,5 m (altura del andamio).

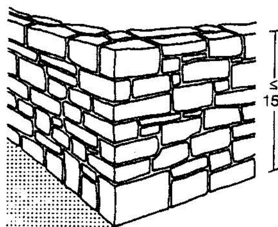
Las hiladas de **tizones** y **sogas** tienen que alternar; de otro modo, en cada hilada debe haber un tizón por cada dos sogas. La longitud de los tizones debe ser unas 1,5 veces la altura de la hilada, pero, como mínimo, 30 cm. El ancho (fondo) de las sogas tiene que ser aproximadamente igual a la altura de la hilada. En el caso de mampostería por hiladas, el solape de las llagas tiene que ser ≥ 10 cm, y en el caso de sillería, ≥ 15 cm → ❺, ❼, en las esquinas deben colocarse las piedras de mayor dimensión → ❶ - ❻.

Una vez acabado el muro, las caras vistas deben rejuntarse completamente (profundidad de rejuntado igual a grosor de junta). Según su aspereza y labrado, las juntas pueden tener una anchura de hasta 3 cm. Debe utilizarse mortero de cal o bastardo, pues el mortero de cemento puro altera el color de ciertas piedras. En el caso de mampostería mixta, puede incluirse la hoja exterior en la sección portante → ❾, y los revestimientos de losetas de piedra no portantes de 2,5 a 5 cm de grosor se fijan al trasdosado con lañas → ❿.

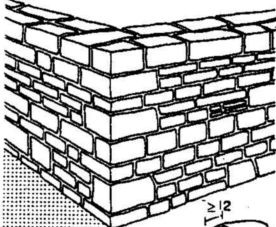


❶ Mampostería en seco

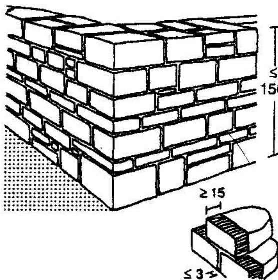

❷ Mampostería ordinaria



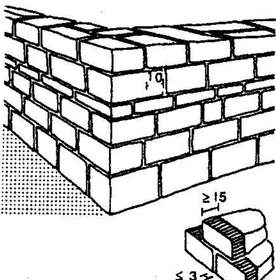
❸ Mampostería careada



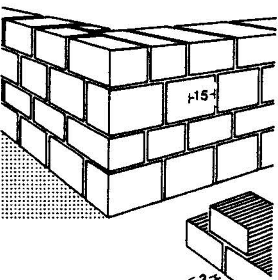
❹ Mampostería concertada



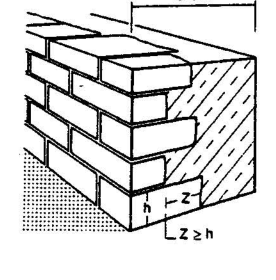
❺ Mampostería de hiladas irregulares



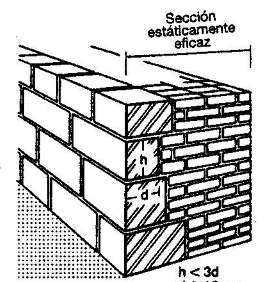
❻ Mampostería de hiladas regulares



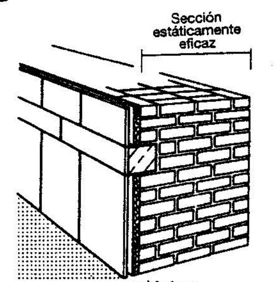
❼ Sillería



❽ Muro trasdosado



❾ Muro trasdosado con sección estructuralmente eficaz



❿ Muro trasdosado con sección estructuralmente eficaz

Tipo de piedra	Mínima resist. compr. en N/mm²
Piedras calizas, travertino, toba volcánica	20
Piedras areniscas blandas (con aglutinante arcilloso)	30
Piedras calizas duras (densas) y dolomías (incluido el mármol)	50
Piedras areniscas con cuarzo (con aglutinante silíceo), gres y similares	80
Granito, sienita, diorita, diabasa, gabro, pórfido, etc.	120

⓫ Resistencia mínima a compresión de las piedras de cantería

Grado de calidad	Resistencia de la piedra N/mm²	Valores básicos de la compresión admisible [1] según tipo de mortero			
		I MN/m²	II MN/m²	IIa MN/m²	III MN/m²
N1	≥ 20	0,2	0,5	0,8	1,2
	≥ 50	0,3	0,6	0,9	1,4
N2	≥ 20	0,4	0,9	1,4	1,8
	≥ 50	0,6	1,1	1,6	2
N3	≥ 20	0,5	1,5	2	2,5
	≥ 50	0,7	2	2,5	3,5
	≥ 100	1	2,5	3	4
N4	≥ 20	1,2	2	2,5	3
	≥ 50	2	3,5	4	5
	≥ 100	3	4,5	5,5	7

[1] en grosores de junta superiores a 40 mm, los valores básicos se reducen un 20 %

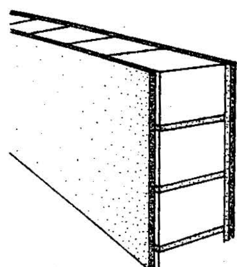
⓬ Valor básico de la compresión admisible en muros de fábrica de piedra

Grado de calidad	Catalogación primaria	Esp. junta/ Long. bloque de piedra h/l	Incl. de la junta horizontal tan α	Factor de trans. superficial η
N1	Mampostería careada	≤ 0,25	≤ 0,3	≥ 0,5
N1	Mampostería concertada	≤ 0,2	≤ 0,15	≥ 0,65
N3	Mampostería de hiladas regulares o irregulares	≤ 0,13	≤ 0,1	≥ 0,75
N4	Sillería	≤ 0,07	≤ 0,05	≥ 0,85

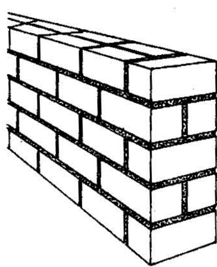
⓭ Criterios para determinar el grado de calidad

DIN 1053

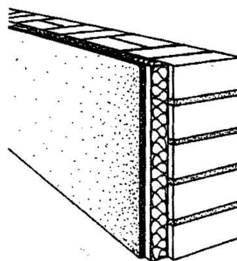
véase también: Física de la construcción, pág. 480 y ss.



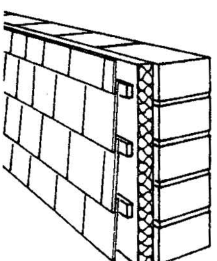
❶ Muro revocado de una hoja



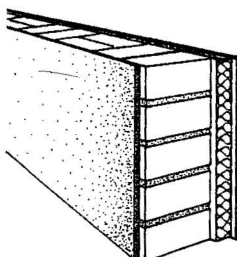
❷ Muro de obra vista de una hoja



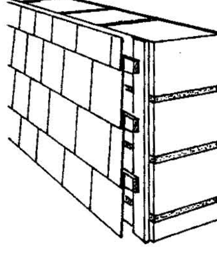
❸ Muro de una hoja con aislante térmico



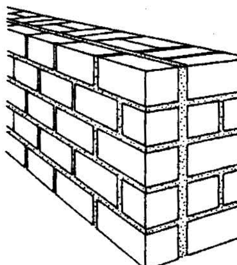
❹ Muro de una hoja con revestimiento-cortina



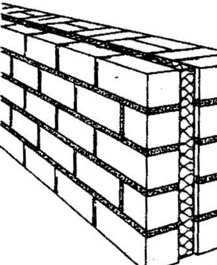
❺ Muro de una hoja con aislamiento en el interior



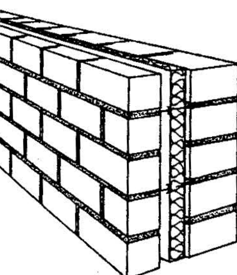
❻ Muro termoaislante revestido con losetas



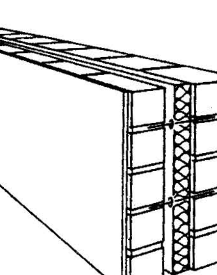
❼ Muro de dos hojas



❽ Muro de dos hojas sin cámara de aire



❾ Muro de dos hojas con cámara de aire



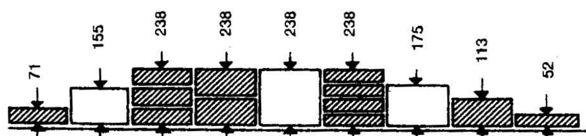
❿ Muro revocado con o sin cámara de aire

Materiales

Para la fabricación de muros aparejados de piedras artificiales, se comercializan numerosas piezas industriales disponibles en varios formatos, dimensiones y calidades → ⓫.
Sus dimensiones (**"formatos"**) suelen ser generalmente un múltiplo del formato normal (**DF**) y del formato pequeño (**NF**) → ⓬.

DIN V 105-100	**Ladrillos para obra de fábrica**	**DIN V 106-100**	**Ladrillos silicocalcáreos**
M	Ladrillo macizo	KS	Ladrillo y bloque silicocalcáreo macizo
Mr	Ladrillo macizo para revestir	KSVm	Ladrillo y bloque silicocalcáreo macizo para revestir
Mc	Clínquer macizo	KSVb	Plaqueta silicocalcárea
P	Ladrillo ordinario perforado	KSL	Ladrillo y bloque silicocalcáreo perforado
Pr	Ladrillo perforado para revestir	KSP	Ladrillos silicocalcáreos rectificados
Pc	Clínquer perforado		
Ms	Clínquer cerámico macizo	**DIN 398**	**Ladrillos de escoria siderúrgica**
Ps	Clínquer cerámico perforado		
DIN V 4165-100	**Bloque de hormigón celular**	**DIN V 18152-100**	**Bloques macizos de hormigón ligero**
DIN V 18151-100	**Bloques huecos de hormigón ligero**	**DIN V 18153-100**	**Bloques huecos de hormigón**

⓫ Tipos de ladrillos y normas correspondientes (selección)

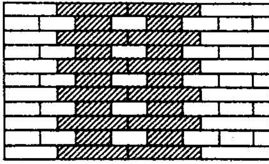


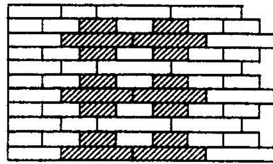
Denominación		Soga en cm	Tizón en cm	Grosor en cm
Formato pequeño	DF	24	11,5	5,2
Formato normal	NF	24	11,5	7,1
1 1/2 formato normal	2 DF	24	11,5	11,3
2 1/2 formato normal	3 DF	24	17,5	11,3

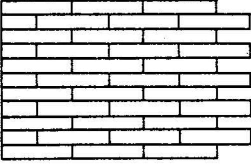
⓬ Formato de los ladrillos según DIN 105

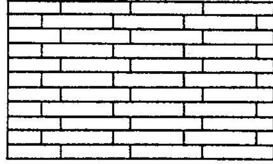
Construcciones de paramentos exteriores

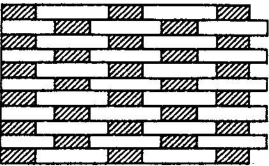
Los muros exteriores de una hoja → ❶ - ❷ no acarrean problemas constructivos, pero, debido a las altas exigencias de aislamiento térmico, solo pueden construirse de modo económico con materiales altamente aislantes (p. ej., bloques de termoarcilla), morteros y revoques especiales altamente aislantes. En caso de utilizar piezas no resistentes a las heladas, debe preverse un revoque exterior u otro tipo de protección a la intemperie. Si el paramento exterior es de cara vista, cada hilada tiene que colocarse con un mínimo de dos filas de ladrillos del mismo grosor, unidos por una junta continua de mortero de 20 mm y sin cavidades, que en cada hilada alterna de posición.
Los **muros de una hoja con capas de aislante adicionales** → ❸ - ❻ (aislamiento exterior, interior → Física de la construcción, pág. 480 y ss.) son una alternativa muy extendida,
Los **muros de dos hojas** están compuestos por una hoja interior portante y otra exterior de protección contra la intemperie sin solicitaciones estructurales (**grosor mín. 90 mm**). Pueden ejecutarse con cámara de aire, con cámara de aire y aislante, con aislamiento intermedio y con capa de mortero intermedia → ❼ - ❿. Las hojas de fábricas deben conectarse mediante lañas de acero inoxidable. El grosor de la cámara de aire debe ser, como mínimo, de 40 mm (máx. 150 mm). En la hoja exterior deben disponerse juntas de dilatación verticales. Contarán con artificios para la ventilación de la cámara (p. ej., llagas abiertas; las aberturas al pie de la hoja también sirven para la evacuación de agua), pág. 89 → ❸.

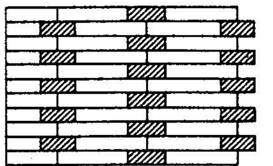

1 Aparejo inglés normal

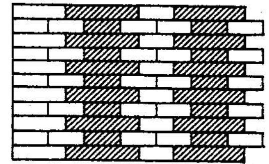

2 Aparejo inglés en cruz o belga

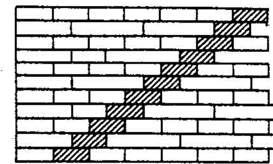

3 Aparejo de sogas con ½ de solape

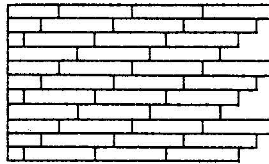

4 Aparejo de sogas con ¼ de solape

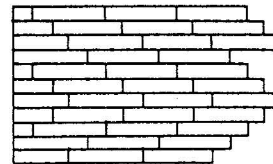

5 Aparejo flamenco, alternan sogas y tizones en una misma hilada

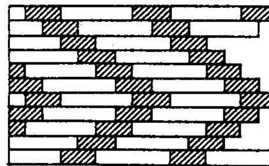

6 Aparejo flamenco doble, alternan dos sogas y un tizón en una misma hilada

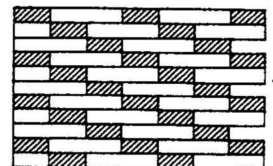

7 Aparejo holandés, alternan hiladas de tizones con hiladas de tizones alternados con sogas

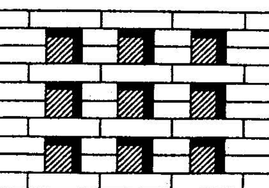

8 Aparejo holandés doble, alternan hiladas de tizones con hiladas de tizones alternados con dos sogas

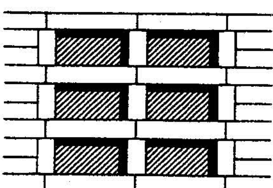

9 Aparejo de sogas con ¼ de solape desplazándose en altura


10 Aparejo de sogas con ¼ de solape desplazándose en altura a izquierda y derecha


11 Aparejo en el que se alternan sogas y tizones en una misma hilada, desplazándose ¼ a izquierda y derecha en altura


12 Aparejo en el que se alternan sogas y tizones en una misma hilada, desplazándose ½ en altura

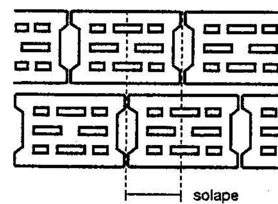

13 Obra de fábrica calada para el paso de aire (mechinales de ½ x ½ ladrillo)

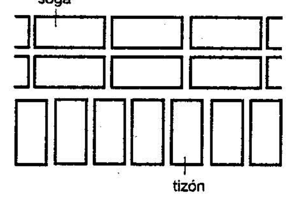

14 Igual que → 13 (mechinales de ½ x ¾ ladrillo)

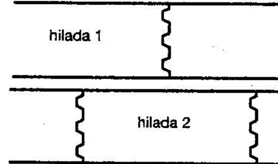
Aparejos

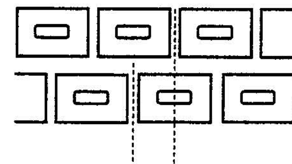
Para la transmisión homogénea de las cargas de la obra de fábrica y para garantizar paramentos sin fisuras se trabajan generalmente ladrillos en hiladas **aparejadas** de la misma altura.
Las hiladas se distinguen, según la trabazón en el aparejo, en a sogas, a tizones y a sardinel:

Las **hiladas a sogas** están alineadas con su canto lateral en paralelo al paramento; las **hiladas a tizones** (también llamadas a testas) están situadas con su lado frontal (testa) en paralelo al paramento y tienen el largo de la soga trabado en la fábrica. Las hiladas deben estar a un solo nivel en todos los muros de fábrica de un edificio. Las **llagas** de hiladas superpuestas tienen que tener solape; es decir, tienen que estar desplazadas entre sí una cierta medida (mín. 1/4 ladrillo). Para reducir la proporción de juntas debe utilizarse el mayor número posible de ladrillos enteros (en los edificios actuales, de una sola hoja de ladrillos de gran formato, las juntas son los puntos débiles respecto al aislamiento térmico, y tienen que ejecutarse con morteros ligeros o de capa delgada o con las testas machihembradas → 15). El tipo y la medida del solape de las llagas forman conjuntamente, con el orden de sogas y tizones, el patrón básico de los aparejos diferentes.



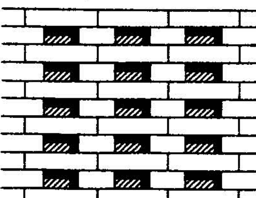


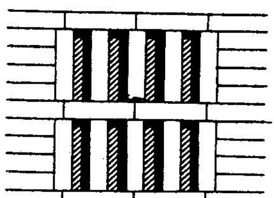


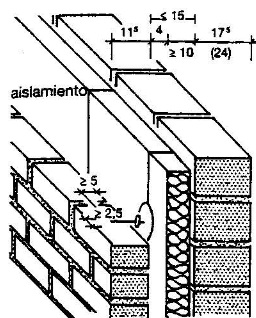


15 Aparejos modernos

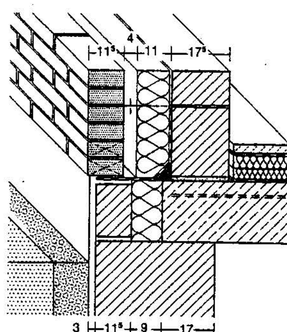
Los aparejos modernos son, en general, el **aparejo a sogas** → 3 en forma de aparejo a medio pie (solape de las llagas por ½ pieza) o el aparejo con un solape de ⅓ de pieza, al igual que tal vez el aparejo inglés → 1 con hiladas a sogas y tizones alternando, y el aparejo belga → 2.
En la obra de fábrica clásica existen además varios tipos más de aparejos: el aparejo flamenco → 6, y el aparejo gótico → 5 y otros aparejos decorativos.


16 Igual que → 13 (mechinales de ¼ x ½ ladrillo)


17 Igual que → 13 (mechinales de 1 x ¼ de ladrillo)



❶ Obra de fábrica de dos hojas con cámara de aire y aislamiento



❷ Entrega del zócalo

Elemento constructivo	Requisitos		
	Grosor (en cm)	Altura libre del muro (en cm)	Carga móvil (en kN/m²)
Tabique interior	$\geq 11^5$ ≤ 24	≤ 275	≤ 5
	≥ 24	-	
Muro exterior de una hoja	$\geq 17^5$ ≤ 24	≤ 275	
	≥ 24	≤ 12 d	
Hoja portante de muro exterior de dos hojas y de medianera de dos hojas	$\geq 11^5$ $\leq 17^5$	≤ 275	≤ 3
	$\geq 17^5$ ≤ 24		≤ 5
	≥ 24	≤ 12 d	

❸ Requisitos para la aplicación del procedimiento de cálculo simplificado para edificios de altura ≤ 20 m según DIN 10531:1996-11 [02]

MUROS

OBRA DE FÁBRICA DE PIEDRA ARTIFICIAL

Muros de carga

Aquellos muros que soportan más que su peso propio de una altura se denominan muros de carga.

Muros de arriostramiento

La obra de fábrica debe estabilizarse mediante muros de arriostramiento y forjados con efecto de diafragma (principio de celdas). Los muros de arriostramiento son elementos constructivos tipo diafragma que transmiten las cargas horizontales (p. ej., empuje del viento).

Muros no portantes

Los muros que solo reciben las solicitaciones de su peso propio y no sirven arriostrar contra pandeo se denominan "no portantes".

Rebajes y rozas

Los rebajes y las rozas deben estar fresados o aparejados. Su ejecución es admisible sin comprobación por cálculo bajo ciertas condiciones → ❹.

Zunchos

Sobre todos los muros exteriores, de arriostramiento o de contrafuerte que sirven para transmitir cargas horizontales, deben disponerse unos zunchos (generalmente como vigas de hormigón armado) en el caso de edificios con más de dos plantas de altura o más de 18 m de longitud, o muros con muchos o grandes huecos bajo forjados. Constructivamente, estos pueden ejecutarse junto con los dinteles y las losas de forjado. **Bajo ciertas condiciones, para el dimensionado de construcciones de obra de fábrica puede utilizarse un procedimiento simplificado de cálculo → ❸.**

Elementos constructivos

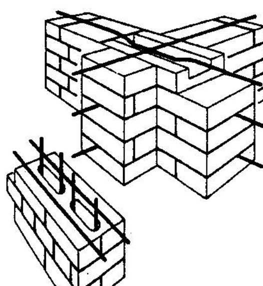
MUROS

Obra de fábrica de piedra natural
Obra de fábrica de piedra artificial
Construcciones mixtas
Saneamiento de muros

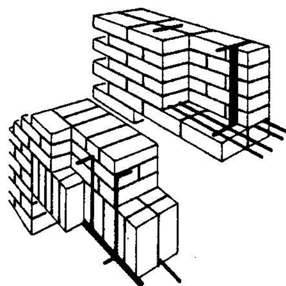
DIN 1053

Grosor de pared (cm)	Rozas horizontales y diagonales elaboradas a posteriori (cm)		Rozas verticales y rebajes elaborados a posteriori (cm)			Rozas verticales y rebajes fabricados aparejados			
	Longitud de la roza		Profundidad de la roza	Anchura de la roza	Separación de las rozas y rebajes de huecos	Profundidad de la roza	Grosor de muro restante	Separación mínima de las rozas y rebajes	
	ilimitada	≤ 1,25 m						de huecos	entre sí
	Profund. roza	Profund. roza							
$\geq 11^5$	-	-	≤ 1	≤ 10	$\geq 11^5$	-	-	≥ dos veces la anchura de la roza o ≥ 24	≥ ancho de la roza
$\geq 17^5$	-	$\leq 2^5$	≤ 3	≤ 10		≤ 26	$\geq 11^5$		
≥ 24	$\leq 1^5$	$\leq 2^5$	≤ 3	≤ 15		$\leq 38^5$	$\geq 11^5$		
≥ 30	≤ 2	≤ 3	≤ 3	≤ 20		$\leq 38^5$	$\geq 17^5$		
$\geq 36^5$	≤ 2	≤ 3	≤ 3	≤ 20		$\leq 38^5$	≥ 24		

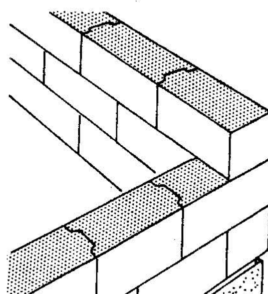
❹ Rozas y rebajes admisibles en muros de carga sin comprobación de cálculo según DIN 10531:1996-11 [03]



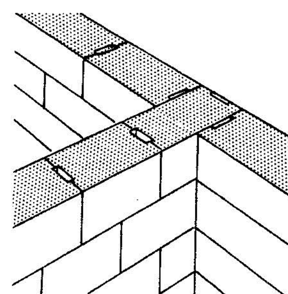
❺ Unión entre muros armados de bloques de hormigón ligero



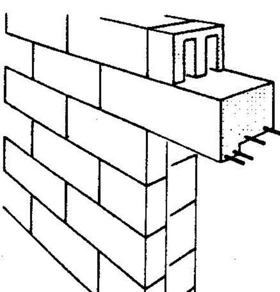
❻ Obra de fábrica armada: dintel de puertas y ventanas



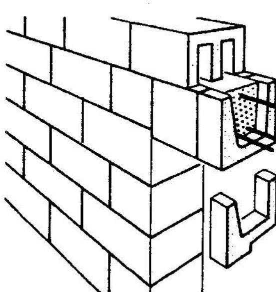
❼ Bloques de hormigón celular con juntas encastadas de 1 mm



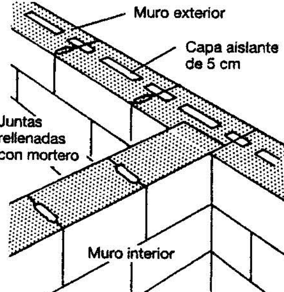
❽ Ladrillos de arcilla rejuntados con mortero



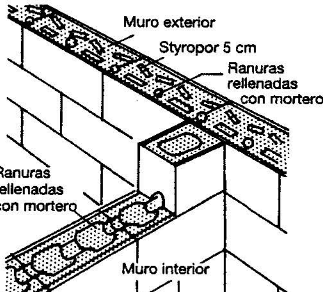
❾ Muro de bloques de hormigón ligero (huecos) con dintel de horm. armado



❿ Muro de bloques huecos con dintel de piezas prefabricadas



⓫ Bloques con una capa aislante de 5 cm y juntas rellenadas con mortero



⓬ Ejecución de un muro con aislamiento y ranura rellenada con mortero

véase también:
Vidrio, pág. 116 y ss.
Física de la construcción, pág. 480 y ss.

❶ Muro de hormigón de doble hoja

❷ Hormigón con un sistema de aislamiento combinado

❸ Muro de hormigón expandido de doble hoja

❹ Muro de fábrica con un sistema de aislamiento combinado

❺ Cerramiento de bajo consumo energético (casa ecológica Heckmann)

❻ Obra de fábrica con revestimiento

❼ Entramado con pies derechos y elementos de barro aligerado

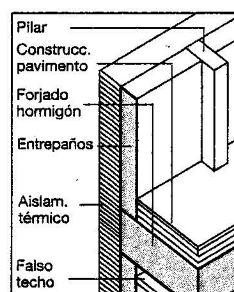
❽ Entramado de madera con aislante entre los pies derechos

❾ Entramado de madera con adobes de barro aligerado

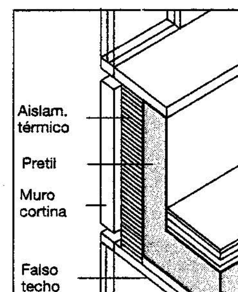
❿ Blocao formado por listones de madera

Muros de hormigón armado → ❶ – ❷
Los muros de hormigón armado pueden construirse in situ o con prefabricados. Por razones térmicas, generalmente solo pueden ejecutarse muros de una hoja de hormigón para cerramientos exteriores y con un aislamiento térmico adicional. Este puede ser ejecutado en forma de sistema de aislamiento térmico exterior combinado → ❶ o con varias capas (en analogía a pág. 87) con aislamiento intermedio y quizá cámara de aire. Los muros de hormigón armado de dos hojas → ❶ con aislamiento intermedio se emplean principalmente en forma de prefabricados de cerramiento exterior de gran formato.

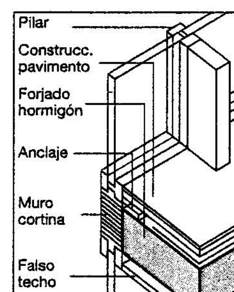
Cerramientos de madera → ❺ – ❿
La forma más antigua de construir cerramientos de madera es con troncos, donde los blocaos labrados o compuestos de listones se superponen y se traban en las esquinas para transmitir las cargas → ❿. Los entramados ligeros de pilares continuos (con entrepaños de diferentes materiales) son más económicos y están más extendidos; estos transmiten las cargas verticales a través de pies derechos portantes. Una variante del entramado ligero de pilares continuos es la construcción con elementos de cerramiento prefabricados de entramado ligero de madera. En caso de utilizar cerramientos de madera, debe preverse un alero suficiente en la cubierta, y el revestimiento en la zona inferior del zócalo (sujeta a humedades y salpicaduras) debe construirse con elementos reemplazables.



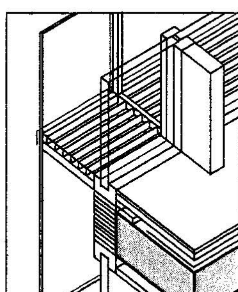
⓫ Estructura porticada con entrepaños de fábrica no portantes



⓬ Muro cortina como membrana ventilada



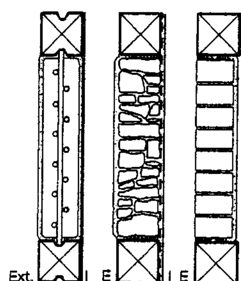
⓭ Muro cortina de elementos de fachada multicapa



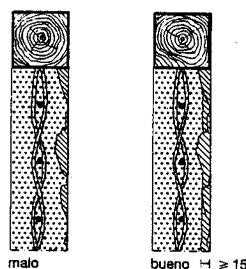
⓮ Muro cortina como doble fachada

Cerramientos no portantes
Los cerramientos no portantes se utilizan en forma de entrepaños ligeros, frecuentemente prefabricados (p. ej., construcciones reticulares) → ⓫. Sus ventajas son la baja solicitación de los cantos del forjado, tiempos de montaje cortos y su facilidad de modificación posterior.

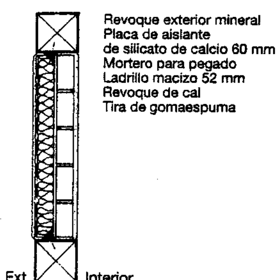
Muros cortina → ⓬ – ⓮: construcciones prefabricadas ligeras de metal y vidrio, con paneles de fachada de metal y plástico, y conjunto de elementos de cerramiento multicapa, con ventanas y antepechos o en forma de prefabricados de hormigón. Los elementos, que en la mayor parte de los casos salvan la altura de una planta, se fijan a los forjados (o a los pilares) con angulares o anclajes, y se combinan formando paramentos de cualquier tamaño.



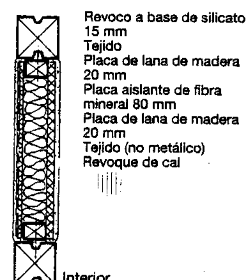
❶ Entrepaño de encestado de varillas de sauce recubierto de barro, fabricado con mampuestos o rellenado con ladrillos



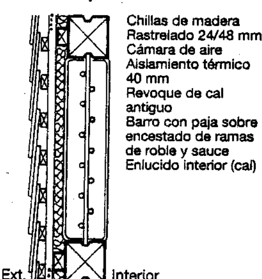
❷ Evitar uniones con escaso recubrimiento en la reparación de entrepaños de barro



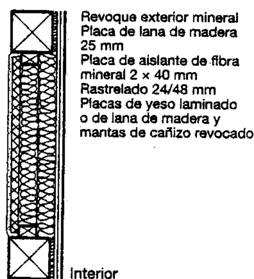
❸ Entramado pesado con entrepaños nuevos, cara vista por los dos lados, placas de aislante mineral y ladrillos



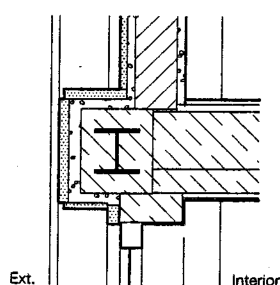
❹ Entramado de madera cara vista por ambos lados, ejecución ligera (sin capacidad calorífica)

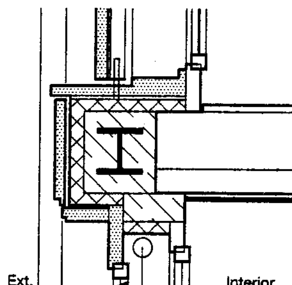


❺ Entramado visto por el interior, aislamiento exterior con material aislante de alta difusión de vapor bajo revestimiento con cámara de aire = protección constructiva de la madera

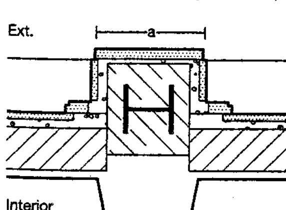


❻ Construcción renovada de entrepaño con alto aislamiento térmico, entramado revestido por el interior sin barrera de vapor

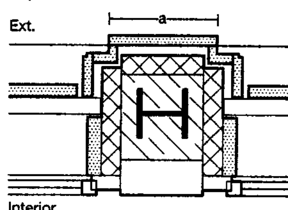




En el edificio existente se habían adherido con mortero las losas de piedra natural sobre la construcción de hormigón y el antepecho de fábrica. Para conservar el aspecto exterior y facilitar en el alzado interior de amplias puertas ventana se cambiaron la ventana y el antepecho por unas ventanas cajón con antepechos prefabricados de piedra natural. La construcción se saneó con losas de piedra natural sobre una estructura portante secundaria y un aislamiento térmico intermedio, sin alterar notablemente las proporciones del relieve.
Arqs.: Kister Scheithauer Gross



❼ Situación existente: fachada de piedra natural sobre construcción de hormigón



❽ Mejora del aislamiento térmico con conservación general del relieve determinante de la fachada y sus proporciones

MUROS

SANEAMIENTO DE MUROS

Cerramientos

Los daños en los cerramientos se producen por desgaste natural (exposición a la intemperie), por un mantenimiento insuficiente y, con frecuencia, por arreglos y medidas de modernización inadecuadas. En el caso de reformas o remodelaciones, los cerramientos deben ser adaptados a las exigencias actuales en materia energética y estructural.

Entramado

Los cerramientos de entramado se caracterizan por separar la parte de madera portante de los entrepaños no portantes (que tienen que ejecutarse de modo que no tengan ninguna función portante). Originalmente, la construcción de madera prescindía de uniones metálicas y , por lo general, puede sanearse sin necesidad de elementos de acero o hierro (la condensación sobre las partes metálicas puede dañar la madera). Los rellenos originales de los entrepaños son (sobre todo en la Alemania norte) de obra de fábrica vista y de barro (en la Alemania central y sur) → ❶ - ❷. Puesto que la madera se hincha y se contrae, es inevitable la formación de fisuras en los encuentros con los entrepaños. Los listones de sección triangular y las ranuras de las vigas deben rellenarse para evitar el paso libre del aire. La protección de la madera (grandes aleros de cubierta, recubrimiento completo con revoque o entablados con cámara de aire) evita posibles daños causados por el agua que penetra desde el exterior. Los barnices impermeables y el sellado de juntas elásticas sellan la humedad que ya ha penetrado y, por ello, son una causa principal de daños de gran envergadura en entramados.

Deberían cuidarse siempre los entrepaños de barro y reparar los dañados. Las ventajas artesanales, físicas y biológicas de los rellenos de barro no pueden suplirse con ningún otro material. Incluso la contaminación por hongos y parásitos se observan con menos frecuencia que en otras ejecuciones de entrepaños. Hasta el momento no existe ningún relleno que pueda aconsejarse como material idóneo o equiparable al de barro → ❶ + ❺. Los rellenos de fábrica arriostran la construcción (lo que contradice los principios constructivos del entramado), y los ligeros no tienen capacidad calorífica.

Piedra natural y fachadas estucadas

Los muros macizos revestidos con piedra natural o estuco mejoran, en general, su rendimiento energético mediante un aislamiento por el interior → pág. 67 ❼. En caso de sustituir el revestimiento de piedra natural, puede aplicarse un aislamiento detrás de la fachada de piedra. Las placas de fachada tienen que ser montadas sobre una estructura secundaria autoportante, para que el relieve y las proporciones del orden de la fachada se mantengan. Si el esfuerzo necesario para aislar térmicamente el edificio es excesivo (económicamente inadmisible), la norma alemana prevé una excepción del cumplimiento de ciertas exigencias. En todos los casos de sistemas de aislamiento aplicados por el exterior, deben tenerse en cuenta aquellos que sobrepasan las alineaciones y ocupaciones según las normativas urbanísticas → ❼ + ❽.

Línea	Elemento constructivo	Medida según	Edificios de viviendas y zonas de edificios no residenciales con temperaturas interiores > 19 °C	Zonas de edificios no residenciales con temperaturas interiores de 12 hasta < 19 °C
1	Cerramientos	n° 1a-d	0,24	0,35
4a	Forjados, cubiertas y desvanes	n° 4.1	0,24	0,35
4b	Cubiertas planas	n° 4.2	0,2	0,35
5a	Forjados y cerramientos en contacto con espacios sin calefacción o terreno	n° 5a-b, 5d-e	0,3	Sin exigencias
5b	Construcciones de pavimentos	n° 5c	0,5	Sin exigencias
5c	Forjados que dan con su cara inferior al exterior	n° 5a-e	0,24	0,35

❾ Exigencias en los elementos constructivos para paramentos y forjados, según norma alemana EnEV 2009, en caso de saneamiento o remodelación de edificios existentes (ventanas y puertas → pág. 111)

véase también:
Física de la construcción, pág. 480 y ss.
Protección contra incendios, pág. 520 y ss.

FORJADOS

ESTRUCTURAS DE FORJADOS

Los forjados separan unas plantas de otras y, además de su función estructural, deben cumplir exigencias en materia de protección acústica y contra incendios.

Además de los principales materiales constructivos (piedras naturales/artificiales, hormigón, acero, madera y hormigón aligerado), según el **sistema estructural** se distinguen las construcciones **en bóveda** (solicitadas a compresión) y las **planas** (solicitadas a flexión). Estas se pueden ejecutar como losas o vigas:

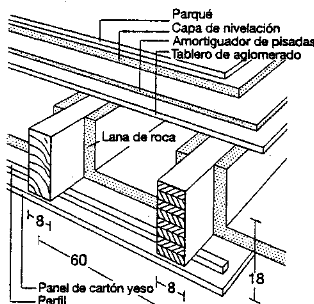
Las **losas** son estructuras planas uni o bidireccionales que reciben solicitaciones en sentido perpendicular a su superficie de apoyo, lineal o puntual.

Las formas más usuales son **losas macizas de hormigón armado → ❾ - ⓫**, con hormigón in situ, prefabricados o con elementos semiprefabricados de **viguetas con bovedillas → ❺**, unas piezas cerámicas de relleno portantes, **losas de hormigón pretensado aligeradas → ❻**, compuestas de elementos singulares soldados, y **forjados mixtos → ⓮**.

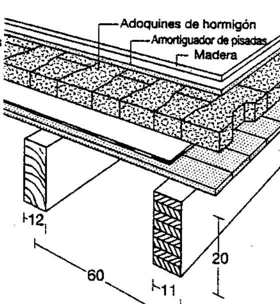
Los forjados de vigas están compuestos por vigas lineales solicitadas sobre todo a flexión.

Aparte de los **forjados de madera → ❶ - ❹** se utilizan forjados de **vigas macizas de hormigón → ❼ - ❽, ⓭**, y **forjados de vigas de acero → ⓯**.

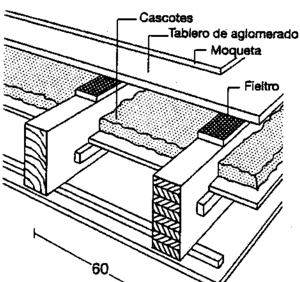
Para grandes luces y cargas se utilizan forjados mixtos **nervados de hormigón armado → ⓬** y **forjados compuestos por vigas en T.**



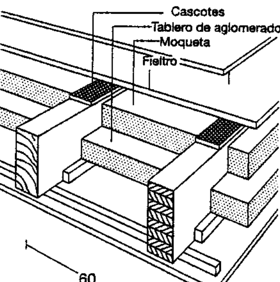
❶ Forjado de vigas de madera



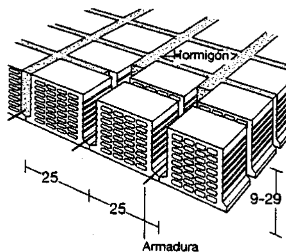
❷ Forjado de vigas de madera con parte inferior vista



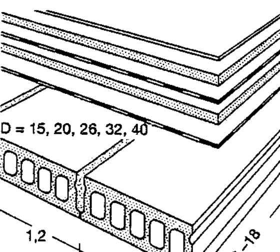
❸ Forjado de vigas de madera con capa de cascotes



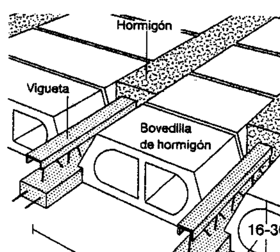
❹ Forjado de vigas de madera con hormigón expandido y aislamiento intersticial



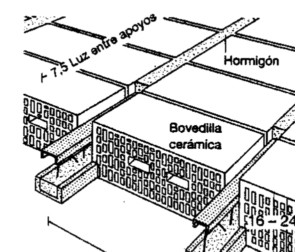
❺ Forjado de hormigón armado y bovedillas como encofrado perdido



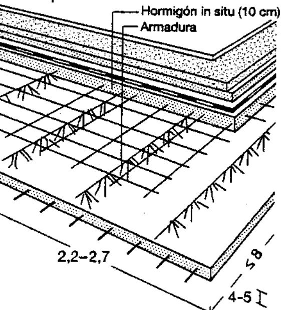
❻ Placas aligeradas de hormigón pretensado



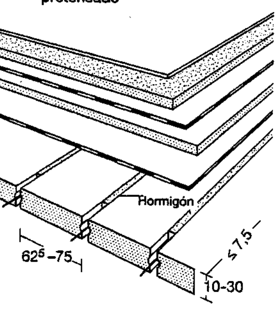
❼ Forjados de elementos prefabricados con bovedillas



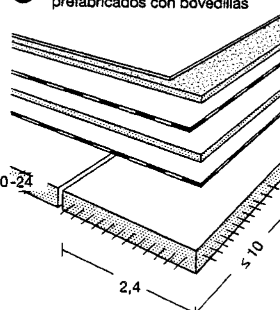
❽ Forjado de bovedillas cerámicas y viguetas prefabricadas



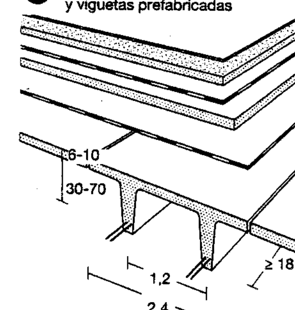
❾ Losa con paneles de hormigón armado



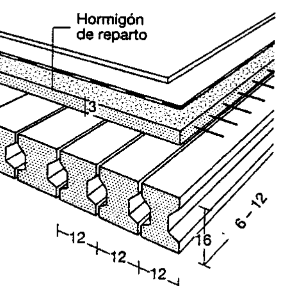
❿ Placas de hormigón expandido



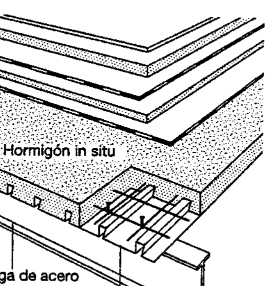
⓫ Paneles macizos de hormigón armado



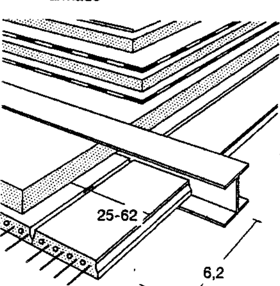
⓬ Panel nervado



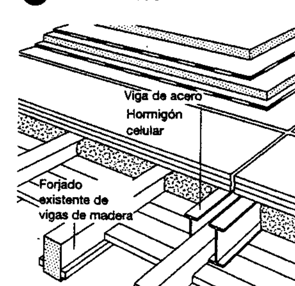
⓭ Forjado de vigas de hormigón armado adosadas



⓮ Forjado mixto



⓯ Forjado de viguetas de acero con relleno de placas de hormigón armado



⓰ Forjado antiguo y nuevo

Forjados

Antiguamente, el dimensionado de las vigas del forjado lo hacían los carpinteros basándose en la experiencia. Las cargas se transmiten a través de las viguetas, que se apoyan sobre una o más jácenas longitudinales. En un antiguo tratado de construcción de 1900 se indica la relación de 5:7 entre el canto de la viga y su anchura como punto de partida para determinar las dimensiones de la misma.

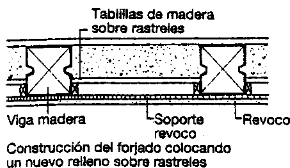
Como regla, la mitad de la luz en decímetros equivale al canto de la viga en centímetros. Debido a estos sistemas de dimensionado, los forjados de madera antiguos a menudo presentan flechas considerables que, sin embargo, no suponen un peligro para la estructura, siempre y cuando no se sobrepasen las tensiones permitidas. Posibilidades de saneamiento → ❶. Reforzar la viga maestra con una segunda viga de madera y mejorar el reparto de cargas colocando vigas de madera o de acero adicionales → ❶.

Reducir la luz montando una o más vigas maestras o particiones portantes. Las modificaciones constructivas de la estructura requieren el reconocimiento previo de las funciones de transmisión de cargas y arriostramiento de la estructura existente. Para garantizar una perfecta transmisión de cargas tiene que conocerse la resistencia contra los esfuerzos de todas las uniones.

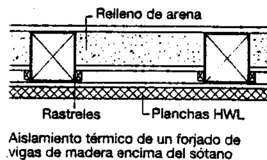
Normalmente solo se logra una mejora del aislamiento acústico aumentando el peso del forjado; para ello debe mejorarse su capacidad portante. La separación del pavimento del forjado y el uso de pavimentos blandos ayuda a mitigar el ruido de impacto → ❶.

En el caso de que se aspire a conseguir un estándar de edificio de nueva planta tiene que cambiarse todo el forjado → pág. 67.

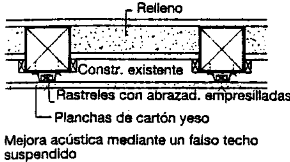
La instalación de espacios sanitarios sobre forjados de madera requiere de un espacial cuidado, puesto que resulta casi imposible revisar los puntos dañados, vicios o humedades de la construcción → ❹–❾.



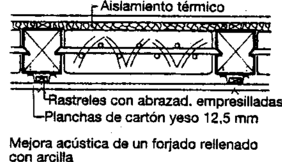
Construcción del forjado colocando un nuevo relleno sobre rastreles



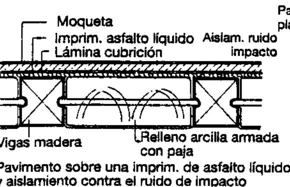
Aislamiento térmico de un forjado de vigas de madera encima del sótano



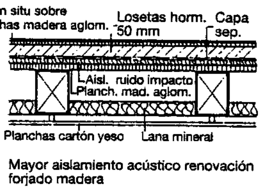
Mejora acústica mediante un falso techo suspendido



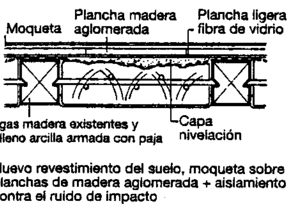
Mejora acústica de un forjado rellenado con arcilla



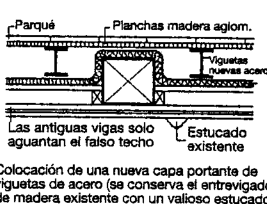
Pavimento sobre una imprim. de asfalto líquido y aislamiento contra el ruido de impacto



Mayor aislamiento acústico renovación forjado madera

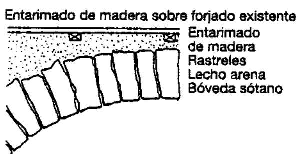


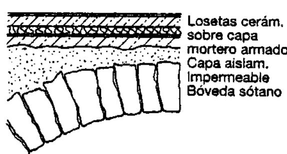
Nuevo revestimiento del suelo, moqueta sobre planchas de madera aglomerada + aislamiento contra el ruido de impacto



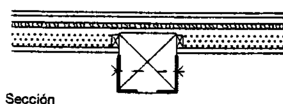
Colocación de una nueva capa portante de viguetas de acero (se conserva el entrevigado de madera existente con un valioso estucado)

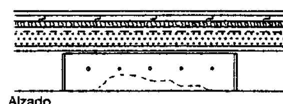
❶ Tipos de refuerzos en forjados de madera

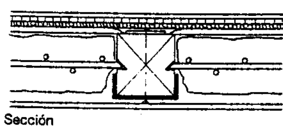


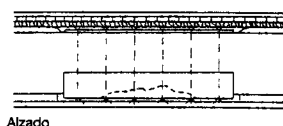


❷ Colocación de un pavimento nuevo sobre las bóvedas del sótano

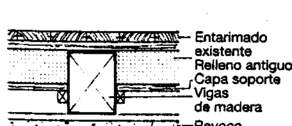

Sección

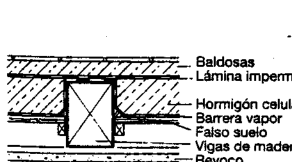

Alzado


Sección


Alzado

❸ Refuerzo de vigas

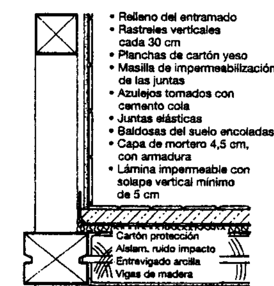




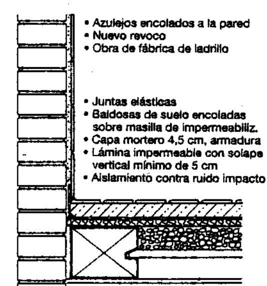
❹ Impermeabilización convencional de forjados de madera en edificios antiguos

Desnivel
Baldosas
Mortero de agarre
Barrera contra vapor
Capa mortero nivelación
Vig. apoyo nueva solera
Tubería desagüe NW 100
Entrevigado
Falso suelo
Soporte falso suelo
Revoco del techo
Viguetas existentes

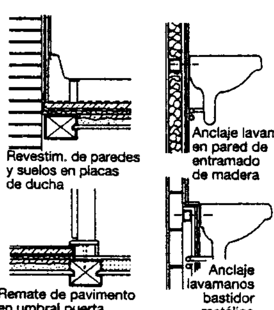
❺ Colocación de tubería de desagüe debajo del nuevo pavimento



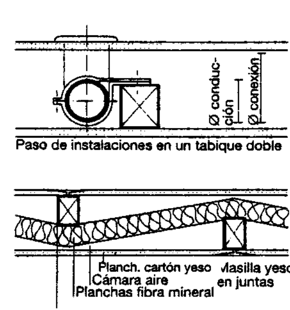
❻ Revestimiento de paredes y suelos en locales húmedos de un edificio de entramado de madera



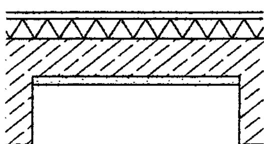
❼ Revestimiento de paredes y suelos en locales húmedos de un edificio de entramado de madera



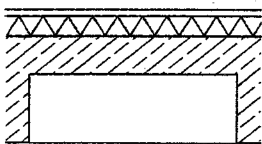
❽ Detalles constructivos más importantes en locales húmedos



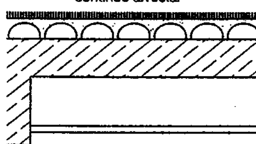
❾ Doble tabique con aislamiento acústico



El hormigón proyectado (aprox. 3 cm) aumenta el recubrimiento de la armadura y mejora la protección contra incendios y el ruido aéreo.

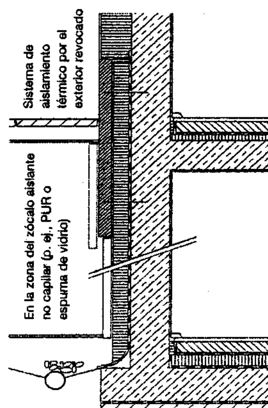


Los falsos techos deben aportar la completa protección contra incendios (en este caso F90) o no deben tenerse en cuenta. Ventaja: también se mejora la protección contra el ruido de impacto.



Falso techo F 90 entre los nervios en espacios de poca altura. En el caso de pavimentos de cemento continuos unidos al forjado, puede mejorarse la protección contra el ruido de impacto con una moqueta.

❶ Mejora de forjados de hormigón en la rehabilitación o la remodelación de edificios



❷ Mejora de los cerramientos exteriores con sistemas de aislamiento por el exterior

Magnitud de evaluación	Método de ensayo/herramienta
Presencia de oquedades	Percusión con martillo o barra de acero, método de "cadena arrastrada"
Resistencia a tracción de la superficie	Herion, Schenk-Trebel o similares
Resistencia a compresión (no destructivo)	Esclerómetro
Grosor de fisuras	Cuentahilos, fisurómetro
Cambio de grosor de fisuras	Testigos, dilatómetro, sensor de desplazamiento inductivo
Carbonatación	Prueba de la fenolftaleína en roturas recientes
Presencia de cloruros	Rociado con disolución de nitrato de plata (cualitativo), método rápido de medición de contenido de cloruros con tiras Quantab (semicuantitativo)
Recubrimiento de armadura	Instrumentos de medición electromagnéticos
Actividades de corrosión	Medición del campo potencial
Grado de corrosión de la armadura	Pie de rey

❸ Métodos de ensayo de la calidad del hormigón [04]

Clase de exposición	Ejemplos para condiciones del medio ambiente	Ferralla			Acero de pretensar		
		general.	Estructuras bidimension.	C40/50	general.	Estructuras bidimension.	C40/50
1	Interiores de edificios residenciales o de oficinas (solo válido si no predominaron durante largo tiempo condiciones peores en la ejecución de la obra)	15	15	15	25	25	25
2 2a	– Espacios del edificio con humedad alta (p. ej., lavaderos) – Elementos constructivos exteriores – Elementos constructivos en terreno y/o agua no agresivos	20	15	15	30	25	25
2b	– Elementos constructivos expuestos a heladas – Elementos constructivos en terreno/agua no agresivo con heladas – Elem. constr. con humedad atmosférica alta y acción de heladas	25	20	20	35	30	30
3	– Elem. constr. exteriores expuestos a heladas y sales de deshielo	40	35	35	50	45	45
4 tamb. con heladas	– Elementos constructivos en la zona de salpicadura o elementos sumergidos en agua de mar con una superficie expuesta al aire – Elementos de construcción en aire salino (zona costera inmediata)	40	35	35	50	45	45
5 5a	ambiente ligeramente agresivo químicamente (agentes gaseosos, líquidos, sólidos), atmósfera industrial agresiva	25	20	20	35	30	30
5b	amb. medianam. agresivo quím. (agent. gaseosos, líquidos, sólidos)	30	25	25	40	35	35
5c	amb. altam. agresivo quím. (agentes gaseosos, líquidos, sólidos)	40	35	35	50	45	50

❹ Recubrimiento mínimo de la armadura (hormigón armado) según EC 2 [05]

antiguo	B 15	B 20	B 25	B 30	–	B 40	–	B 50	–	B 60
nuevo	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	–	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60

❺ Nuevas denominaciones de las categorías de resistencia del hormigón según EC 2

FORJADOS

REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

Exigencias

Antes de sanear edificios de hormigón deberá realizarse un análisis del estado actual y de los daños. Para ello deben tenerse especialmente en cuenta los siguientes puntos:

Superficies: daños por recubrimiento insuficiente de la armadura a causa de normativas anteriores menos exigentes y frecuentemente de una ejecución inadecuada. La carbonatación (cambio del hormigón de un ambiente alcalino a otro ácido debido a agentes medioambientales) produce la corrosión de la armadura, que a su vez provoca desconchados en la superficie del hormigón.

Juntas: las masillas de las juntas deberían renovarse en un máximo de diez años. Si no es así, se producen deterioros debidos al agua que entra en la construcción (p. ej., daños por heladas).

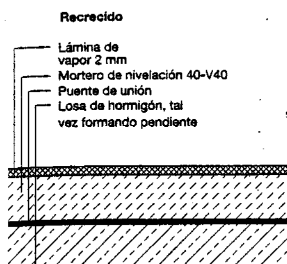
Elementos constructivos: si los grosores de muros y forjados son insuficientes con relación a las exigencias de la protección contra incendios y ruido, son precisas medidas adicionales.

Materiales de construcción para la sustitución de hormigón:

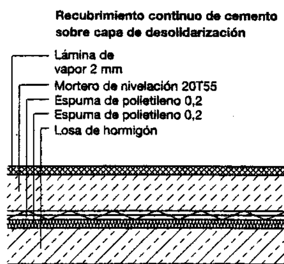
- Hormigón de cemento y mortero de cemento (CC)
- Hormigón de cemento y mortero de cemento modificados con polímeros (PCC)
- Hormigón de cemento y mortero de cemento modificado con epoxi (ECC).

Los morteros y los hormigones con aditivos de resinas sintéticas no son aptos para mejorar la seguridad contra incendios.

Las superficies deben estar limpias y presentar la cohesión superficial requerida. La abrasión de grandes capas de hormigón y la retirada del óxido de la armadura debería ejecutarse con chorro de agua a alta presión. Si se recubre con el grosor exigido por la norma DIN 1045, no se requiere la aplicación adicional de anticorrosivos en la armadura. Si solo puede ejecutarse un recubrimiento menor, la armadura se tratará con anticorrosivos, por lo que se exigen mayores requerimientos al proceso de desoxidación.



1 Recrecido (para superficies industriales) grosor aprox. 4 cm, carga móvil 10 kN/m²



2 Pavimento para espacios de servicio en sótanos: grosor aprox. 6 cm, carga móvil 2 kN/m²

Construcción de pavimentos

Generalmente, los pavimentos se componen de varias capas. Están formadas por: paramento (**suelo**), **recrecido o recubrimiento continuo de cemento** (quizá con estructura auxiliar), capas de **desolidarización, impermealización y aislamiento**. El tipo, el orden y el grosor de cada capa se rigen según las exigencias de la protección térmica, acústica y contra la humedad (impermeabilización con la filtración de agua desde la superficie). La ejecución se realiza con un recrecido adherido al forjado → 1, **recrecido sobre desolidarización** → 2 o **recubrimiento continuo flotante** → 7. Para ello se distinguen recubrimientos de cemento, recubrimientos autonivelantes anhídricos y asfalto. La resistencia de estos recubrimientos depende del grosor y la calidad del recubrimiento, así como de las capas adicionales (p. ej., aislante).
Tiene que tenerse en cuenta la disposición de juntas de movimiento.

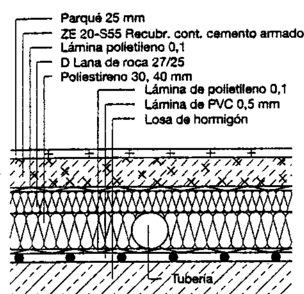
Elementos constructivos

FORJADOS

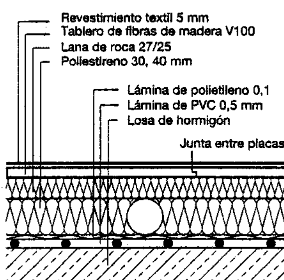
Estructuras de forjados
Saneamiento de forjados
Reparación de estructuras de hormigón
Pavimentos

DIN 18560

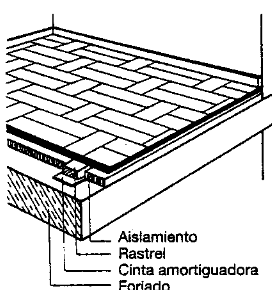
véase también:
Física de la construcción, pág. 480 y ss.
Protección contra incendios, pág. 520 y ss.
Calefacción, pág. 541 y ss.



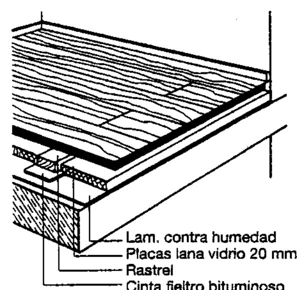
3 Pavimento para forjados entre espacios de viviendas: grosor aprox. 14,5 cm, carga móvil 2 kN/m²



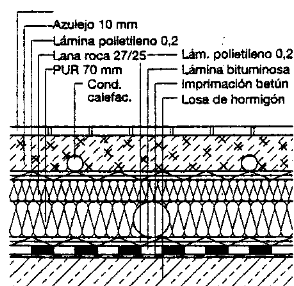
4 Como → 3, pero con pavimento flotante seco aprox. 10,5 cm, carga móvil 2 kN/m²



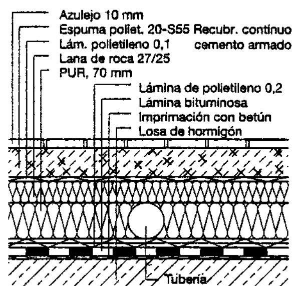
9 Elementos de un parqué prefabricado sobre rastreles



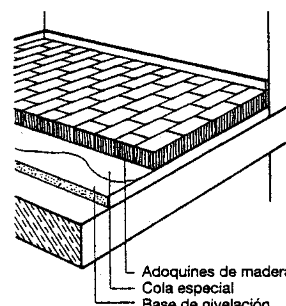
10 Elementos de un parqué prefabricado colocado sobre rastreles



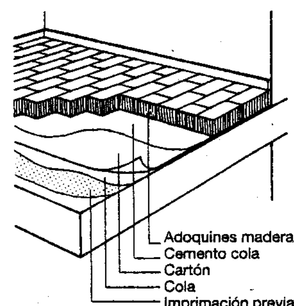
5 Pavimento para espacios de viviendas sobre espacios fríos (con suelo radiante): grosor aprox. 19 cm, carga móvil 2 kN/m²



6 Como → 5, pero sin suelo radiante: grosor aprox. 17 cm, carga móvil 2 kN/m²

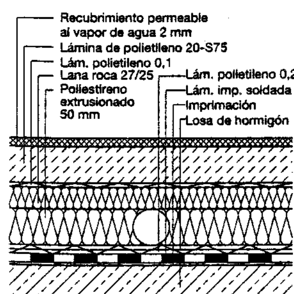


11 Adoquines de madera, colocados a tope, con tratam. de la superficie

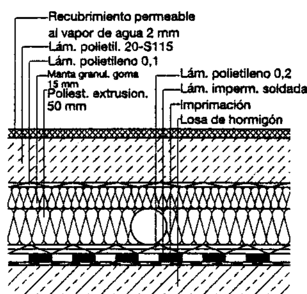


12 Adoquines de madera, colocados a tope, sobre una base de hormigón

Pavimentos flotantes de cemento



7 Pavimentos para superficies comerciales: grosor aprox. 16 cm carga móvil 5 kN/m²



8 Como → 7, pero para cargas mayores: grosor aprox. 19 cm carga móvil 10 kN/m²

Los **pavimentos prefabricados** (en seco) cobran más importancia cuando existen plazos de ejecución reducidos: se fabrican con tableros de productos de madera unidos de modo que transmiten cargas (p. ej., tableros de partículas aglomeradas con resinas sintéticas), placas de fibras de yeso o cartón yeso. La puesta en obra se realiza de modo flotante sobre paneles de aislante o vertidos en seco → 4 o sobre durmientes de madera.

Pavimentos de madera

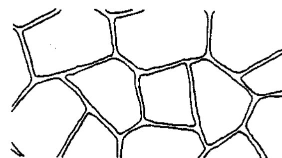
El parqué se comercializa en tablillas, mosaico, piezas prefabricadas y tablas de entarimado → 9 – 10. Las maderas pueden ser diversas y se presentan en diferentes calidades. Maderas para tarimas: pino, abeto del país. Tablas machihembradas: pino/abeto nórdico, pino rojo americano, entarimado de pino bronco.
El entarugado se fabrica con tacos de madera con la superficie vista y cortada en dirección transversal a la fibra (de forma cuadrada o redonda); se coloca sobre una solera de hormigón → 11 – 12.

Pavimentos

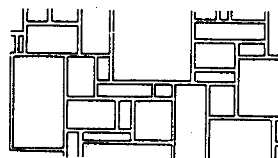
Pavimentos de piedra natural: las losetas de piedra caliza, arenisca o pizarra se pueden colocar sin pulir, semipulidas o pulidas. → ❶ - ❷. Las losetas aserradas de piedra caliza (mármol), de arenisca y de todas las piedras de origen volcánico, presentan superficies que se pueden labrar a voluntad. Colocación: sobre un lecho de mortero o encoladas sobre una capa de nivelación.

Pavimentos de baldosas: de piedra de diferentes colores. Material: vidrio, cerámica o piedra natural sobre mortero o encoladas → ❸ - ❽.

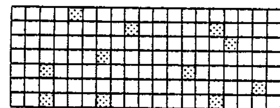
Pavimentos cerámicos: las losetas de piedra artificial, mosaicos, y gres, fabricadas a altas temperaturas apenas absorben el agua. Por este motivo, resisten perfectamente las heladas, en menor grado los ácidos, y apenas se desgastan mecánicamente, aunque no siempre resisten el aceite y las grasas → ❾ - ⓬.



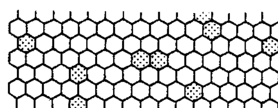
❶ Losetas de piedra natural colocadas irregularmente



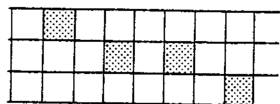
❷ Losetas de piedra natural con aparejo normal



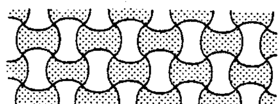
❸ Baldosas pequeñas; piezas cuadradas de 20/20 o 33/33 mm



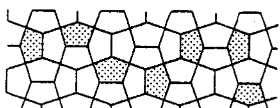
❹ Baldosas pequeñas; piezas hexagonales de 25/39 o 50/60 mm



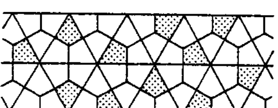
❺ Baldosas grandes; piezas cuadradas de 50/50, 69/69 o 75/75 mm



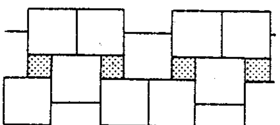
❻ Baldosas pequeñas; piezas curvas de 35/35 o 48/48 mm



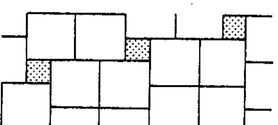
❼ Baldosas pequeñas; piezas pentagonales de 45/32 mm



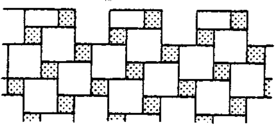
❽ Baldosas pequeñas; piezas Essen de 57/80 mm



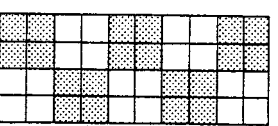
❾ Piezas cuadradas con incrustaciones



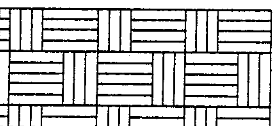
❿ Piezas cuadradas con incrustaciones; 100/100, 50/50 mm



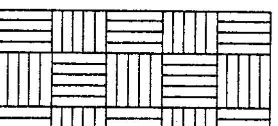
⓫ Piezas cuadradas con incrustaciones desplazadas (olambrilla)



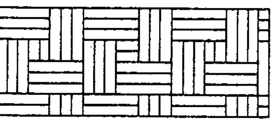
⓬ Piezas cuadradas formando un damero



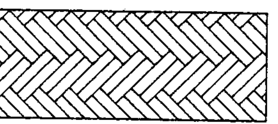
⓭ Parqué de mosaico



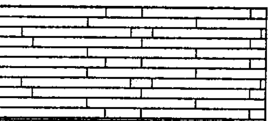
⓮ Dibujo trenzado



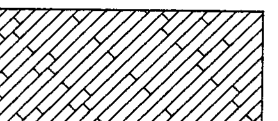
⓯ Parqué de mosaico



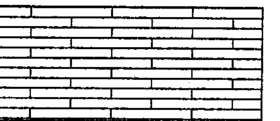
⓰ Dibujo en espina de pez



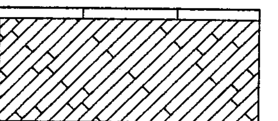
⓱ Tarima



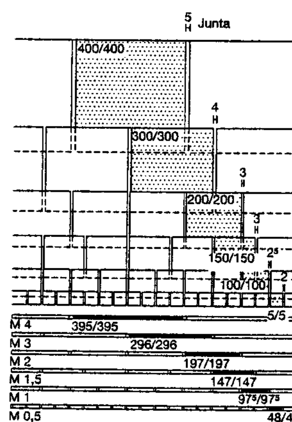
⓲ Tarima en diagonal



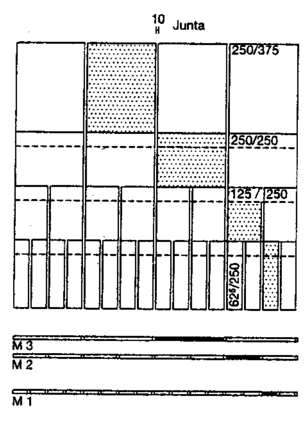
⓳ Inglés



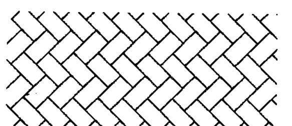
⓴ Tarima con ribete



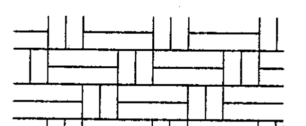
㉑ Sistema modular de placas de piedra artificial



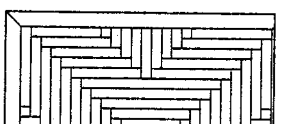
㉒ Sistema modular con baldosa cerámica cortada



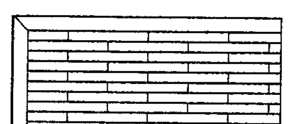
㉓ Espina de pez



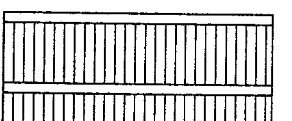
㉔ Trenzado



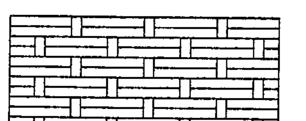
㉕ Espina de pez con ribete



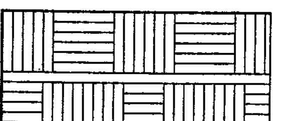
㉖ Inglés con ribete



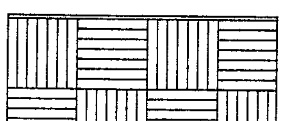
㉗ Dibujo en escalera de mano



㉘ Dibujo trenzado



㉙ Dibujo laminar



㉚ Dibujo en damero

CUBIERTAS

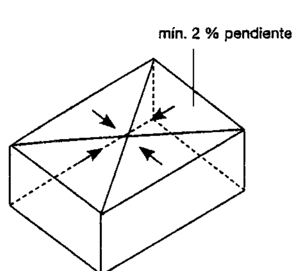
MORFOLOGÍA DE CUBIERTAS

El **tipo** y la **pendiente de la cubierta,** la elección del material de cubrición y la forma de los bordes laterales de la cubierta y del alero determinan la imagen exterior de los edificios.
❶ – ⓰ formas básicas de cubiertas y elementos salientes.

Pendiente de las cubiertas

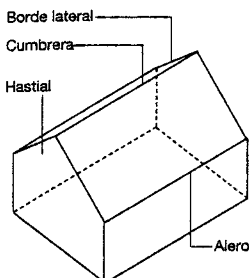
Cubierta transpirable	2-4°	normalmente 3-4°
Cubierta de cemento Hausler	2,5-4°	normalmente 3-4°
Cubierta de cartón con grava	3-30°	normalmente 4-10°
Cubierta de dos capas de cartón	4-50°	normalmente 6-12°
Cubierta de chapa de cinc con juntas empresilladas	3-90°	normalmente 5-30°
Cubierta sencilla de cartón	8-15°	normalmente 10-12°
Cubierta de chapa lisa	12-18°	normalmente 15°
Cubierta de tejas (con 4 encajes)	18-50°	normalmente 22-45°
Cubierta de chillas	18-21°	normalmente 19-20°
Cubierta de tejas planas normales	20-33°	normalmente 22°
Cubierta de plancha ondulada de cinc o aluminio	18-35°	normalmente 25°
Cubierta de placas onduladas de fibrocemento	5-90°	normalmente 30°
Cubierta de placas de pizarra artificial	20-90°	normalmente 25-45°
Cubierta de pizarra, doble	25-90°	normalmente 30-50°
Cubierta de pizarra convencional	30-90°	normalmente 45°
Cubierta de vidrio	30-45°	normalmente 33°
Cubierta doble de tejas	30-60°	normalmente 45°
Cubierta de corona de tejas	35-60°	normalmente 45°
Cubierta de teja árabe	40-60°	normalmente 45°
Cubierta de escamas de madera	45-50°	normalmente 45°
Cubierta de paja o cañas	45-80°	normalmente 60-70°

❶ Pendiente de las cubiertas

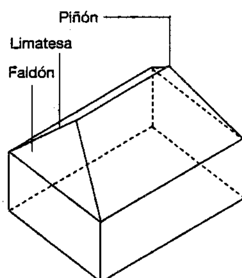


❶ Cubierta plana

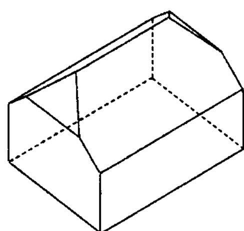
❷ Cubierta a un agua



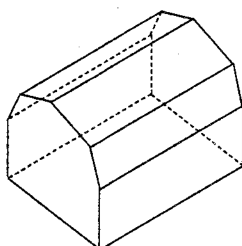
❸ Cubierta a dos aguas



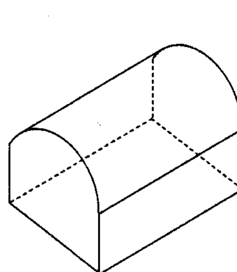
❹ Cubierta a cuatro aguas



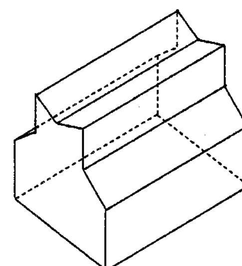
❺ Cubierta a dos aguas con piñones truncados



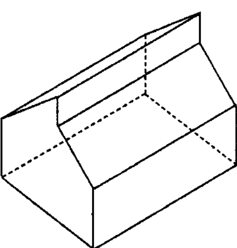
❻ Cubierta mansarda



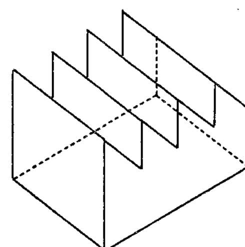
❼ Cubierta abovedada



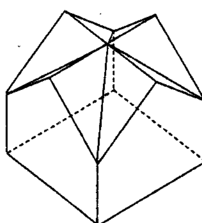
❽ Cubierta combinada



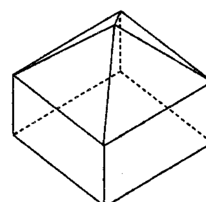
❾ Cubierta escalonada



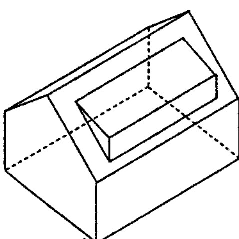
❿ Cubierta en diente de sierra



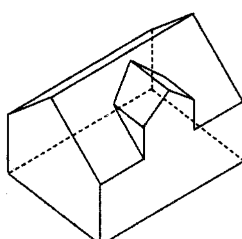
⓫ Cubierta en cruz



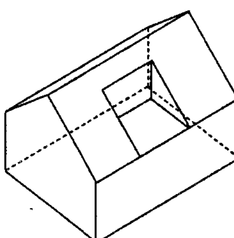
⓬ Cubierta en pabellón



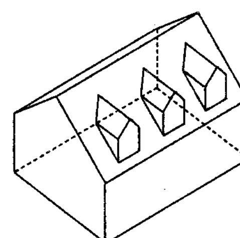
⓭ Cubierta con buharda



⓮ Cubierta con saledizo



⓯ Cubierta con balcón recortado

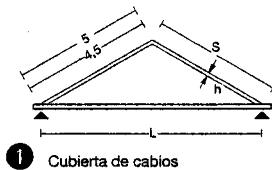


⓰ Cubierta con buhardas en vertical

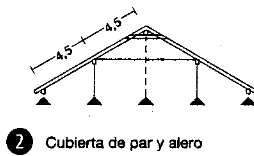
CUBIERTAS

CUBIERTAS INCLINADAS

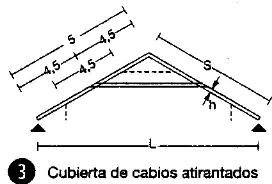
Las cubiertas forman el cerramiento superior de los edificios y lo protegen de la lluvia y de las inclemencias del clima (viento, frío, calor). Se componen de una parte portante (**estructura, armadura**) y una **cubrición**. La elección de la estructura de la cubierta depende del material (madera, acero, hormigón armado), la pendiente, el tipo y el peso de la cubrición, las acciones a las que está sometida (peso propio, carga móvil, viento, nieve), etc. En los sistemas estructurales de la cubierta inclinada se distinguen tradicionalmente los **armazones de par y picadero** y de **cabios** o **cabios atirantados**. Se caracterizan por las funciones diferentes de los elementos portantes → ❶ – ❸.



❶ Cubierta de cabios

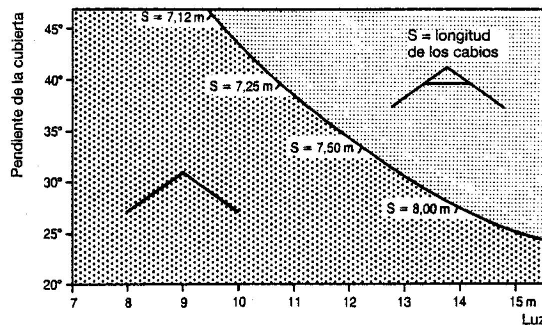


❷ Cubierta de par y alero



❸ Cubierta de cabios atirantados

Pendiente de la cubierta en grados	Luz entre apoyos L en metros	Canto de los cabios h
15-40	10-20	$h \geq \frac{1}{25} \times S$
30-60	10-20	$h \geq \frac{1}{30} \times S$

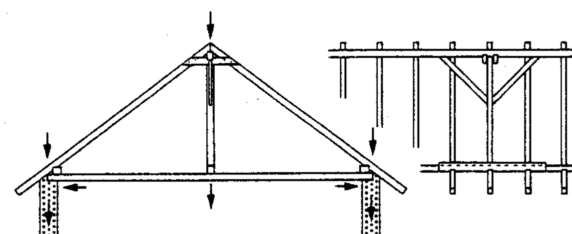


❹ Límite de rentabilidad de las cubiertas simples de cabios y las cubiertas con cabios atirantados

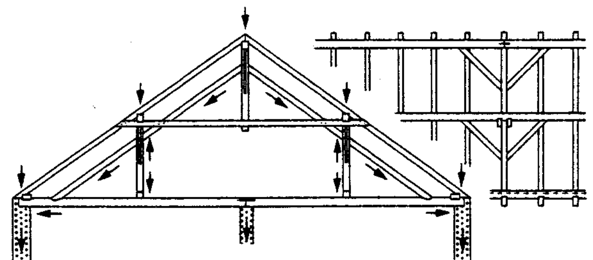
Cubierta de par y picadero

La cubierta de par y picadero es la forma más simple de cubierta inclinada: los pares se apoyan sobre durmientes (picaderos) montados directamente sobre los muros (principio de la cubierta a un agua) o que, como armaduras, forman jácenas que concentran las cargas y las transmiten a través de pies derechos (postes) en diferentes órdenes. Las armaduras de par y picadero se presentan en edificios de poco fondo. Consisten en una armadura apuntalada por un poste en el eje central, en fondos y longitudes de cabios mayores apoyados en dos o tres filas de postes → ❷.

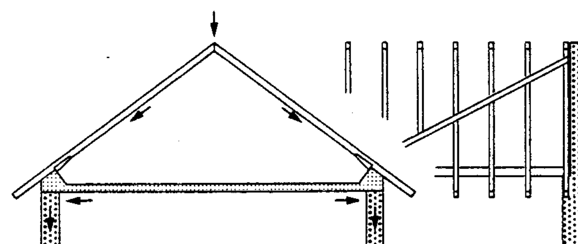
Para la ejecución de cubiertas de par y picadero de grandes luces existen diversas formas constructivas (p. ej., cuchillos apuntalados → ❽ y cuchillos con pendolón → ❺).



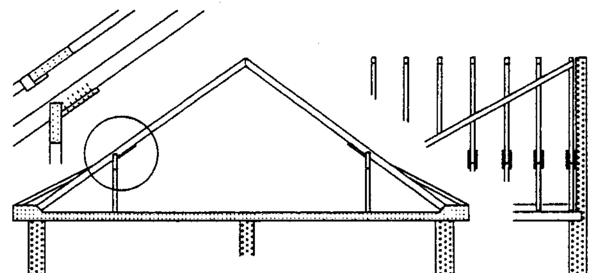
❺ Cubierta con correas y pendolón central



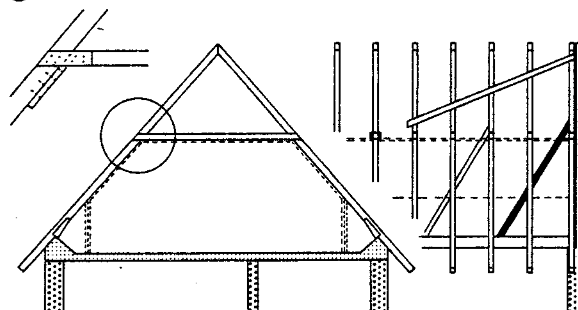
❽ Cubierta con correas y pendolón central apuntalado



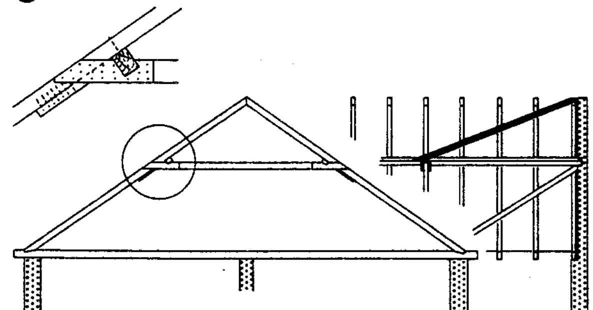
❻ Cubierta simple de cabios



❾ Cubierta de cabios con tirantillos verticales



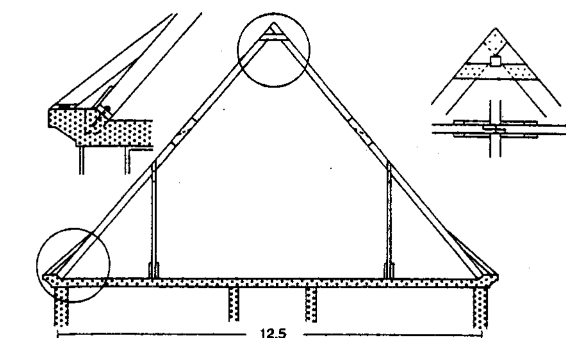
❼ Cubierta de cabios atirantados y desván habitable



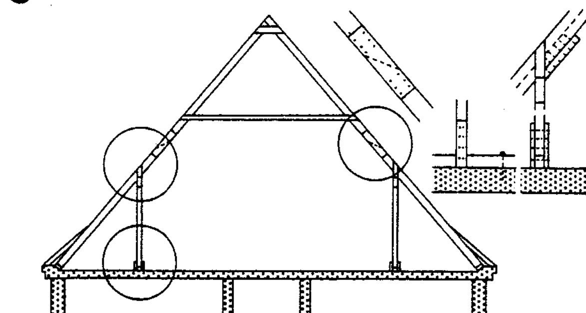
❿ Cubierta de cabios atirantados y correas

Cubierta de par e hilera

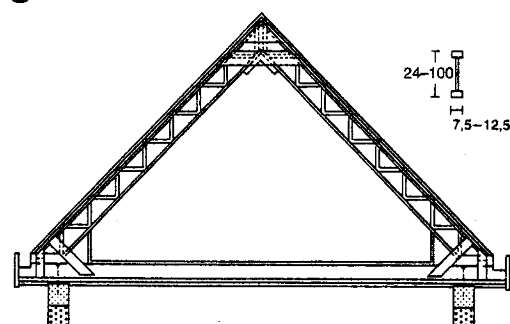
La cubierta de par e hilera es un sistema en el que, con una viga (o la franja respectiva de un forjado de hormigón), **dos cabios** forman una **cercha** (principio del triángulo indeformable → pág. 98 ❶).
El peso de la cubierta se transmite sin que el forjado transmita cargas a los cerramientos del edificio, de modo que son posibles unos **espacios bajocubierta diáfanos.** El ensamble necesario, que es resistente a tracción, entre el apoyo del cabio y la viga del forjado mediante el denominado "embarbillado", tiene como consecuencia el quebranto característico de las vertientes de las cubiertas de par e hilera, que se atenúa con el **ejión de alero** sobre el **cogote de la viga** (cubiertas modernas de par e hilera con apoyo hormigonado en el borde del forjado o herrajes de apoyo de cabio pueden ejecutarse sin quebranto del faldón ❻). Para grandes fondos de edificio (con longitudes de cabio de más de 4,5 m), los cantos de cabio resultan antieconómicos, y en estos casos se realiza un arriostramiento mediante **puentes** → pág. 98 ❼. Las **cubiertas de cabios atirantados** son aptos para fondos de edificio de hasta unos 12 m (longitud de cabio hasta 8 m, longitud del puente hasta 4 m). Se pueden conseguir luces mayores con vigas modernas (p. ej., vigas de celosía → ❸, vigas en doble T de alma de contrachapado ondulada Wellsteg → ❹) o de madera laminada prefabricadas → ❺.



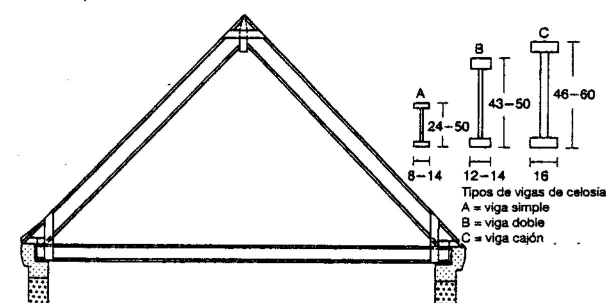
❶ Cubierta de cabios de doble apoyo y tirantillos verticales



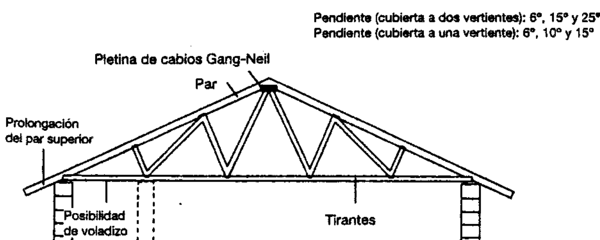
❷ Cubierta de cabios de doble apoyo y triple rigidización



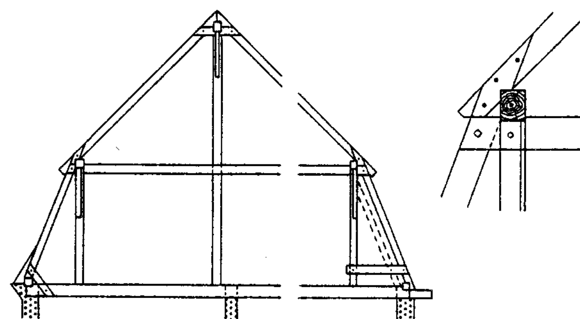
❸ Cubierta de cabios encolados de celosía (con garantía indefinida) y tornapuntas a 45°, luz máxima ≤ 25 m



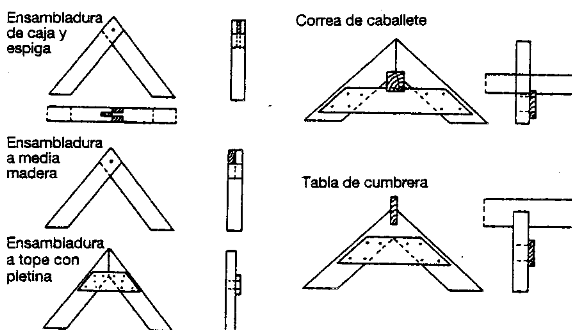
❹ Cubierta de cabios con vigas de madera laminada; relación entre canto y luz: 1:15-1:20



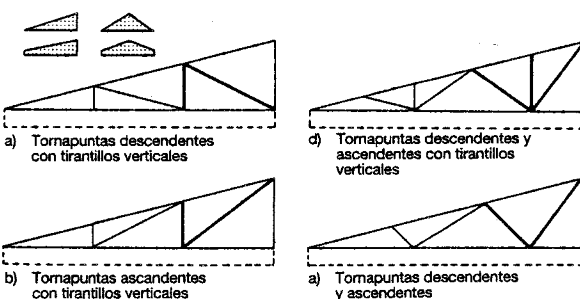
❺ Cercha prefabricada tipo Gang-Neil, dimensionada según medidas octamétricas y realizable como cubierta plana, a una vertiente o a dos



❻ Cubierta con mansarda



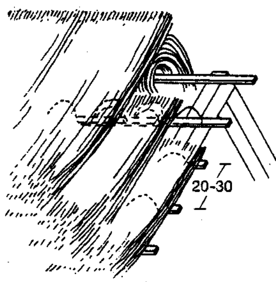
❼ Uniones



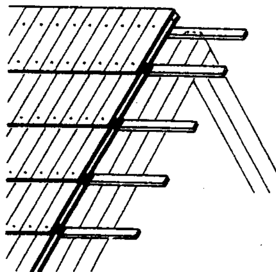
❽ Diferentes tipos de cerchas y rigidizaciones

Recubrimientos de tejados

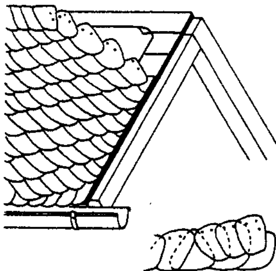
Cubierta de cañas → ❶ 1,2-1,4 m longitud sobre correas, separación 20-30 cm, colocadas con las puntas hacia arriba hasta lograr un grosor ≥ 28 cm (mejor aún de 35-40 cm). Durabilidad en regiones soleadas entre 60-70 años. En regiones húmedas apenas la mitad.
Cubiertas de chillas de madera → ❷ de roble, haya, alerce, abeto, cedro y, excepcionalmente, pino.
La duración de este tipo de cubiertas depende de la calidad de la madera y de su restitución, de la rudeza del clima y de la pendiente del tejado. Regla empírica: grado de inclinación = años de duración. Las chillas son aptas para cubrir tejados cualquiera que sea la forma.
Lajas de pizarra sobre un entablado de grosor ≥ 24 mm y anchura de las tablas ≥ 12 cm, protegida contra polvo y viento con cartón V 13. Revestimiento ≥ 8 cm, mejor 10 cm → ❸ - ❽ . El efecto más natural se logra con la cubrición tipo "alemán tradicional" → ❸.
Existen tres grupos de cubrición para paredes y cubiertas. El primero es el "tipo exclusivo", el segundo engloba "alemán tradicional" e "irregular" y en el tercero figuran los "tipos decorativos". Aquí se incluyen muestras como las escamas, apuntadas, octogonales, etc. Tipos de cubrición más económicos: lajas de pizarra rectangulares y mixtas (rectangulares con lado curvo) obtenidas a partir de una muestra o molde. Estos tipos también pueden usarse para pizarra artificial.



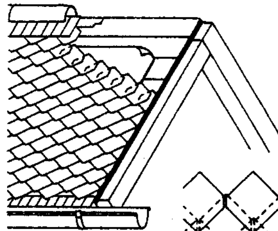
❶ Cubierta de paja o cañas, 0,7 kN/m²



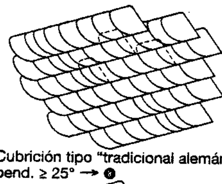
❷ Cubierta chillada, 0,25 kN/m²



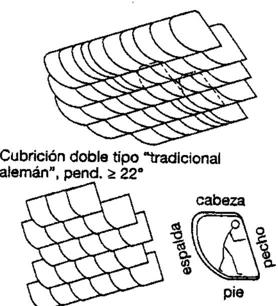
❸ Cubierta alemana de pizarra, 0,45-0,5 kN/m² → ❺ - ❽



❹ Cubierta inglesa de pizarra (también con tejas de fibrocemento) 0,45-0,5 kN/m²



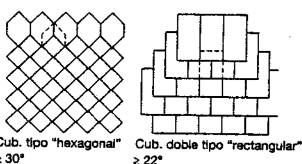
Cubrición tipo "tradicional alemán", pend. ≥ 25° → ❸



Cubrición doble tipo "tradicional alemán", pend. ≥ 22°

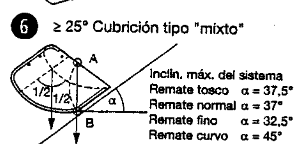
❺ ≥ 25° muestra escamas

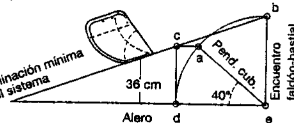
❻ ≥ 25° Cubrición tipo "mixto"



Cub. tipo "hexagonal" ≥ 30°

Cub. doble tipo "rectangular" ≥ 22°



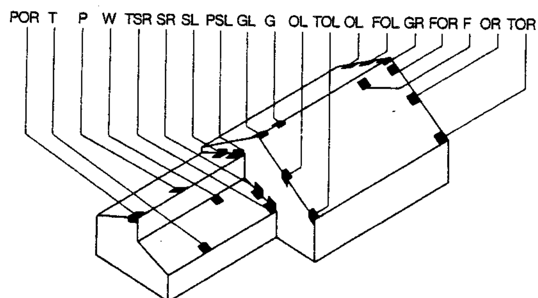


Pendiente de la cubierta a-e, trazar un círculo con radio arbitrario d-b, trazar la perpendicular en el punto d, trazar paralela al alero por punto a, c-b nos da la inclinación mínima del sistema.

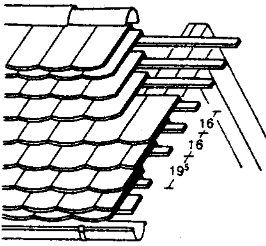
❼ Tipo "mixto" con placas solares

❽ Inclinación mínima del sistema, p. ej., 40°

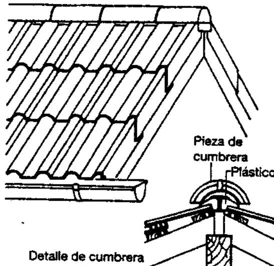
POR	Cubierta a una vertiente-testero, teja de remate derecho
T	Teja de alero
P	Teja de cubierta a una vertiente
W	Teja de encuentro con pared
TSR	Teja de encuentro del testero con la pared
SR	Teja de encuentro lateral derecho
SL	Teja de encuentro lateral izquierdo
PSL	Cubierta a una vertiente, teja de encuentro lateral izquierdo
GL	Teja de cumbrera extremo izquierdo
G	Teja de cumbrera y limatesa
OL	Teja de remate lateral izquierdo
TOL	Teja de alero de remate lateral izquierdo
FOL	Teja de encuentro cumbrera-testero izquierdo
GR	Teja de cumbrera y limatesa de extremo izquierdo
FOR	Teja de encuentro cumbrera-testero izquierdo
F	Teja de remate de la cumbrera
OR	Teja de remate derecho del testero
TOR	Teja de testero para remate lateral derecho
F	Teja tipo en el centro
GZ	Teja de vidrio



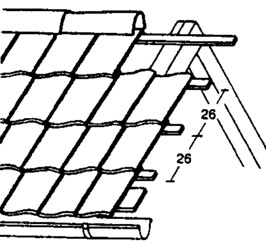
⓫ Tejas especiales



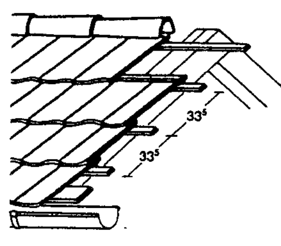
❾ Cubierta de tejas planas sin encajes, 0,6 kN/m², 34-44 tejas/m²



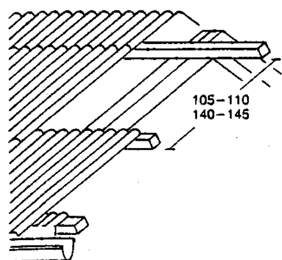
❿ Cubierta de tejas de hormigón, 0,6-0,8 kN/m², pendiente 18°



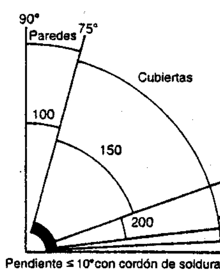
⓬ Cubierta de teja flamenca, 0,5 kN/m²



⓭ Cubierta de teja plana con encajes, 0,55 kN/m²



❶ Cubierta de planchas onduladas de fibrocemento con piezas especiales de cumbrera y canalón 0,2 kN/m²



❷ Pendientes mínimas de las cubiertas → ⓫

920
57⁴
47
Anchura útil 873
Sentido de cubrimiento — Dirección del viento
Perfil 177/51

Long. mm	2.500	2.000	1.600	1.250	Grosor 6,5
Anch. mm	920	920	920	920	Peso 16-32 kg

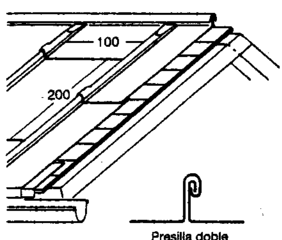
1000
36
90
Anchura útil 910
Sentido de cubrimiento — Dirección del viento
Perfil 130/30

Long. mm	2.500	2.000	1.600	1.250	Grosor 6
Anch. mm	1.000	1.000	1.000	1.000	Peso 15,8-31,5

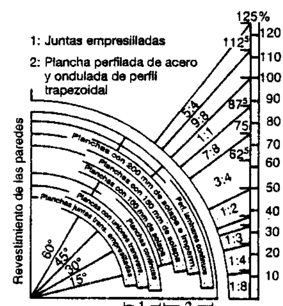
❸ Planchas onduladas de fibrocemento

150 – 200
CS cercha
50
130 – 200
Gancho en L
CS cercha
50
50
Correa

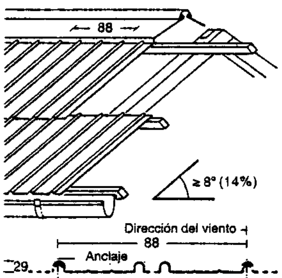
❹ Posibilidades de anclaje



❺ Cubierta de plancha metálica con juntas empresilladas 0,25 kN/m²



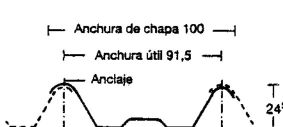
❻ Pendientes mínimas de cubiertas de planchas de acero galvanizado



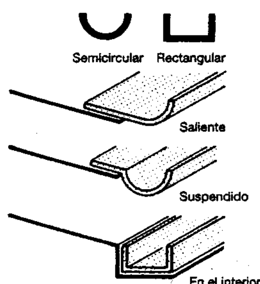
❼ Cubierta de planchas metálicas 0,15 kN/m²

7,5 | 7,5 | 7,5
1° (2 %) | 3° (5 %)

Long. mm	9.000	7.500	4.000	Grosor 8
Anch. mm	1.000	1.000	1.000	Peso. 19 kg/m



❽ Chapa perfilada de grandes nervios (canaleta)



❾ Forma de colocación del canalón

Plancha cinc DIN 9721 mín. 0,7 mm	(Zn)
Canalón de acero galvanizado	(St 2)
Plancha de acero DIN 1541 galvanizado	(St 2)
Canalón de acero galvanizado	(St 2)
Plancha de cobre semirrígida DIN 1787	(Cu)
Canalón de cobre	(Cu)
Plancha de aluminio DIN 1725	(Al)
Canalón de acero galvanizado	(St 2)

Descripción:
(Ejemplo: "Canalón semicircular suspendido 333 Zn 0,75 mm; con soportes para el canalón" 333 St Zn)

❿ Materiales

Recubrimientos de tejados (continuación)

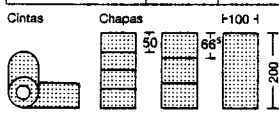
Cubiertas de planchas onduladas de fibrocemento → ❶ - ❷ con una separación entre correas de 70-145 cm para las planchas de 1,6 m de longitud y de 1,15-1,175 m para las planchas de 2,5 m de longitud. Solape de 15-20 cm.

Cubiertas de chapa de cinc → ❺ - ❼, cinc de titanio, cobre, aluminio, acero galvanizado, etc., con todas las piezas especiales de cumbrera, alero y canalones, formatos tipo → ⓬. Entre los metales, el cobre tiene mayor resistencia a rotura por alargamiento, por lo que resulta apropiado para trabajos que requieran maleabilidad, ductibilidad y compresibilidad. Además, la típica pátina que este material adquiere con el tiempo es muy apreciada. Es preferible evitar el contacto del cobre con el aluminio, el cinc y el acero galvanizado, y nunca debe estar en contacto con el plomo y el acero inoxidable. Las cubiertas de cobre son impermeables al vapor de agua, de modo que son especialmente apropiadas para cubiertas frías → pág. 102.

Cubierta de teja plana DIN 456 sin encajes y piezas de hormigón DIN 1116	0,6
Cubierta de teja plana doble sin encajes	0,8
Cubierta de teja plana con encajes DIN 456	0,6
Cubierta de teja flamenca con encajes DIN 456	0,55
Cubierta de teja plana de hormigón DIN 1117	0,55
Cubierta de teja árabe DIN 456	0,5
Teja flamenca DIN 1118	0,5
Tejas flamencas de gran formato (hasta 10 piezas/m²)	0,5
Teja árabe sin mortero	0,9
Cubierta de plancha de aluminio de 0,7 mm de grosor	0,25
Cubierta de plancha de cobre de 0,6 mm de grosor con doble solape	0,3
Cubierta de plancha galvanizada de 0,63 mm de grosor, incluida la base de cartón	0,3
Cubierta alemana de pizarra, incluida la base de cartón	
en planchas grandes (360 mm × 280 mm)	0,5
en planchas pequeñas (aprox. 200 mm × 150 mm)	0,45
Cubierta inglesa de pizarra, incluidas las latas	
sobre latas con doble solape	0,45
sobre cartón	0,55
Cubierta tradicional alemana de pizarra,	
sobre cartón	0,5
sobre revestimiento doble	0,6
Cubierta de planchas de acero galvanizado según DIN 59231	
sobre latas	0,15
sobre cartón	0,3
Cubierta de plancha ondulada de acero galvanizado según DIN 59231, incluidos los anclajes necesarios	0,25
Cubierta de plancha de cinc nº 13	0,3

⓫ Pesos para 1 m² de cubierta inclinada (sin cabios, correas y cerchas, pero incluyendo largueros). En caso de colocar sobre mortero, debe añadirse 0,1 kN/m

Formatos básicos	Cintas	Chapas
Longitud m	30-40	2
Anchura máx. en m	0,6 (0,66)	1
Grosor en mm	0,1-2	0,2-2
Peso kg/dm³	8,93	8,93



⓬ Formatos comercializados de chapa de cobre para cintas y paneles

½ onda normal
1 onda
1 ½ onda

Altura cub. alero/cumb.	Altura ondas 18-25 mm	26-50 mm
hasta 6 m	10° (17,4 %)	5° (8,7 %)
6-10 m	13° (22,5 %)	8° (13,9 %)
10-15 m	15° (25,9 %)	10° (17,4 %)
más de 15 m	17° (29,2 %)	12° (20,8 %)

8-10°	200 mm con imperm. juntas
10-15°	150 mm sin imperm. juntas
más de 15°	100 mm sin imperm. juntas

⓭ Pendiente mínima de las cubiertas de chapa ondulada y solape lateral

Superficie de cubierta a desaguar en m²	Canalón semi-circular en mm Ø	Anchura corte de canalones rectangulares en mm
hasta 25	70	200
entre 25-40	80	200 (10 partes)
entre 40-60	90	250 (8 partes)
entre 60-90	125	285 (7 partes)
entre 90-125	150	333 (6 partes)
entre 125-175	180	400 (5 partes)
entre 175-275	200	500 (4 partes)

Los canalones deben solaparse con los bajantes en los puntos de encuentro. Cuanto mayor sea la pendiente del canalón, menos peligro hay de corrosión, atascos y congelación. Los canalones rectangulares suelen ser de acero galvanizado de 20 a 50 mm de anchura y de 4 a 6 mm de grosor.

⓮ Sección del canalón según la superficie a desaguar

Superficie de cubierta a desaguar en m²	Canalón semi-circular en mm Ø	Anchura corte de canalones rectangulares en mm
hasta 20	50	167 (12 partes)
entre 20-50	60	200 (10 partes)
entre 50-90	70	250 (8 partes)
entre 60-100	80	285 (7 partes)
entre 90-120	100	333 (6 partes)
entre 100-180	125	400 (5 partes)
entre 180-250	150	500 (4 partes)
entre 250-375	175	
entre 325-500	200	

Fijación mediante abrazaderas resistentes a la corrosión cuyo diámetro interior responda a la sección del bajante. Separación mínima entre el bajante y la pared: 20 mm. Separación entre abrazaderas: 2

⓯ Dimensiones de los bajantes según la superficie a desaguar

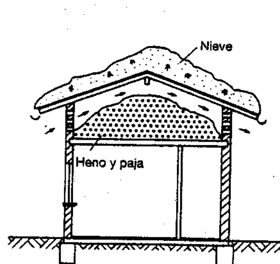
véase también: Física de la construcción, pág. 477 y ss.

Desvanes habitables

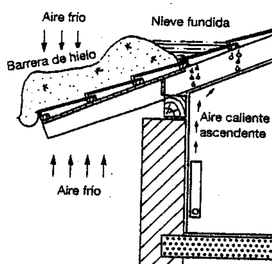
Antiguamente los desvanes servían como "graneros" ventilados para guardar la cosecha. Los espacios habitados de la planta inferior quedaban protegidos del frío por la masa térmica que generaba el material almacenado → ❶. En la actualidad, estos espacios se suelen habilitar como desvanes para aprovechar mejor el espacio construido. La construcción de la cubierta debe cumplir con algunos requisitos físicos:

Tipos de construcción

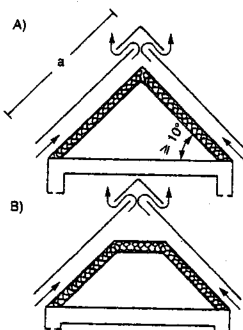
Las cubiertas con aislamiento térmico deben diferenciarse en dos tipos: **ventiladas** y **no ventiladas**: en ambos casos debe haber una cámara de aire entre la cubrición y la lámina de impermeabilización. En las ventiladas debe considerarse además una cámara de aire adicional entre la lámina de impermeabilización y el aislante térmico, para lograr la evacuación del vapor por condensación.
Además de lo ya mencionado, **estas cubiertas ventiladas requieren una mayor altura de cabios para conseguir una circulación de aire más eficaz y una barrera de vapor más efectiva.**
Por ello, en muchos casos, hoy **se prefieren,** las **cubiertas no ventiladas.**



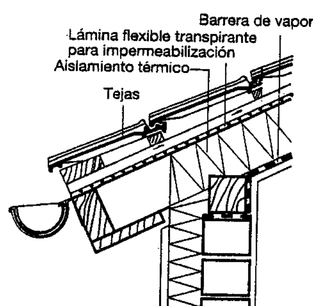
❶ Sección de una casa de montaña con granero



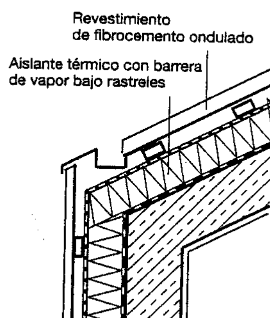
❷ Esquema de cómo se funde la nieve sobre las cubiertas



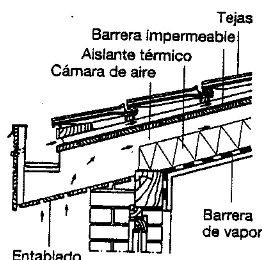
❸ Ejemplos esquemáticos de cubiertas ventiladas



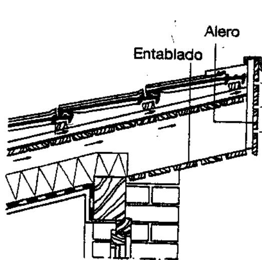
❹ Cubierta caliente habitual



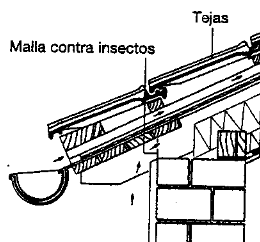
❺ Cubierta caliente de hormigón



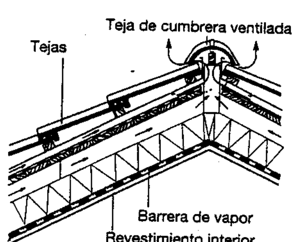
❻ Cubierta fría: alero con rejilla de ventilación



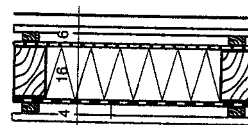
❼ Cubierta fría (a un agua). Caballete (cumbrera), cornisa con ranuras de ventilación



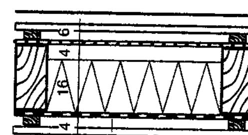
❽ Cubierta fría: alero con cabios a la vista



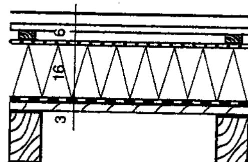
❾ Cumbrera en una cubierta fría



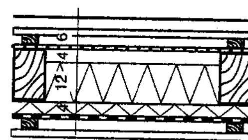
a entre los cabios (no ventilada)



c entre los cabios (ventilada)



b sobre los cabios (no ventilada)



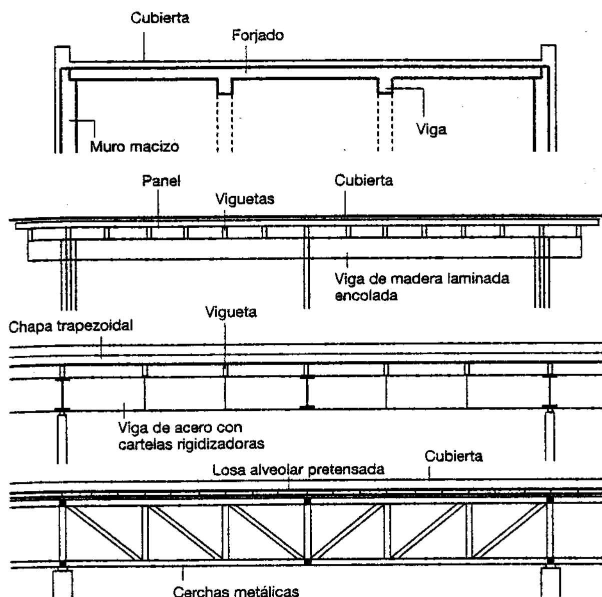
d entre/debajo de los cabios (ventilada)

❿ Ubicación del aislamiento térmico en cubiertas inclinadas

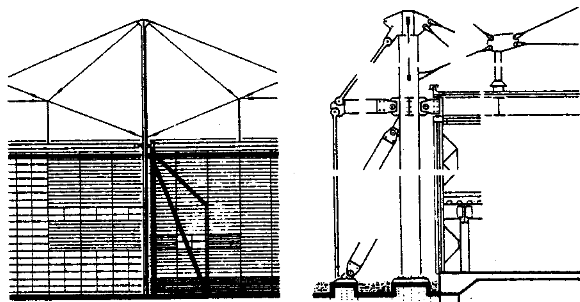
Construcción tipo

Cubrición, rastrelado → págs. 100-101

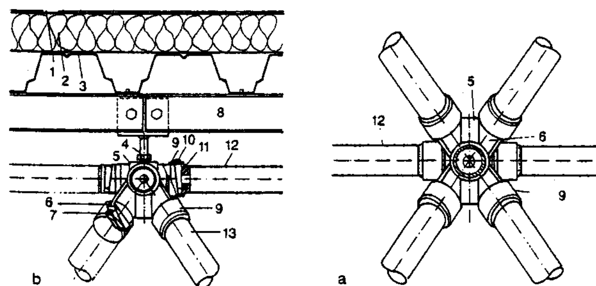
La **lámina de impermeabilización** está compuesta por una membrana plástica difusora o una lámina entramada de plástico que sirve para evacuar la condensación o el desbordamiento de nieve.
La **barrera impermeable** está compuesta de tableros de madera machihembrados con impermeabilización (p. ej., lámina bituminosa). En caso de solicitación intensiva, se debe preferir este tipo en lugar de una lámina flexible.
La **cámara de aire** en las cubiertas ventiladas sirve de capa de ventilación adicional (p. ej., para evacuar la condensación). Las secciones necesarias dependerán de la inclinación de la cubierta, según norma DIN 4108.
El **aislamiento térmico** se monta sobre la cubierta, generalmente en forma de mantas de lana de roca entre y debajo de los cabios o como elemento aislante prefabricado, en algunas partes con machihembrado, barrera de vapor y estructura de cubierta prefabricada → ❿.
La **barrera de vapor** se sitúa debajo del aislamiento térmico para evitar la condensación en el interior de la cubierta. Durante el montaje **debe evitarse cualquier intercambio de aire entre el interior y la cubierta.** Las perforaciones, las juntas y las uniones de elementos deben asegurarse cuidadosamente.
El **revestimiento interior,** por lo general de placas de yeso laminado, se coloca sobre un rastrelado (¡atención a las posibles fisuras!).



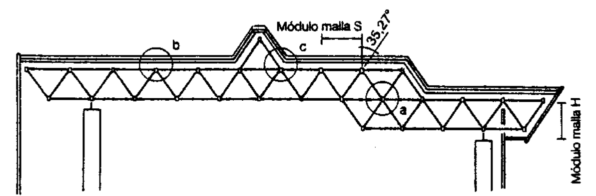
❶ Estructuras de cubiertas planas (selección): losas, vigas y cerchas metálicas



❷ Construcción atirantada: fábrica Fleetguard, Quimper   Arqs.: Rogers & Partner



❸ Nudo normal superior y nudo intermedio universal para estructuras espaciales (nudo KEBA)



1 Impermeabilización
2 Aislamiento
3 Plancha de acero de perfil trapezoidal
4 Separador
5 Elemento central
6 Brida cónica
7 Cuña
8 Correa, vigueta
9 Arandela
10 Pasador
11 Quijada cónica
12 Barra horiz.
13 Barra diagonal

❹ Estructura espacial con uniones de nudo KEBA (ejemplo), detalles → ❸

CUBIERTAS

CUBIERTAS PLANAS

Se consideran cubiertas planas aquellas con una pendiente de hasta el 5 %. Las cubiertas planas **sin pendiente** pueden entrar como un caso especial de este grupo solo en casos excepcionales. Por lo general, las cubiertas planas deben tener una **pendiente mínima del 2 %**. Debido a las inevitables tolerancias de nivel y posibles levantamientos o dobleces en la construcción, es recomendable **ejecutar las cubiertas planas con un 5 % (3°).**

Estructuras

Existe una gran variedad de tipos de estructuras para construir cubiertas planas.
Básicamente puede distinguirse entre estructuras **planas** y **lineales**: Las **estructuras planas** están tensadas en uno o dos ejes y tienen elementos planos con apoyos puntuales, lineales o que cargan en perpendicular a su eje (p. ej., losas, entramados, estructuras espaciales).
Las **estructuras lineales** se componen de estructuras dispuestas en paralelo (p. ej., muros de carga, entramado de vigas y vigas invertidas) y elementos intermedios en la dirección de la viga (p. ej., viguetas) para distribuir las cargas de la cubierta.
Además de por los materiales, ambos tipos de estructuras se diferencian por los diferentes grados de disolución de sus partes:

Losas → ❶

Las cubiertas planas se construyen por lo general con losas planas macizas de hormigón armado. Son resistentes al fuego y a la humedad, y con muros macizos componen una estructura estable. Sus desventajas son el gran peso propio, la construcción húmeda y el bajo aislamiento térmico y acústico. Los movimientos provocados por dilataciones debidas a calor, fluencia y contracción deben tratarse con capas adicionales de aislante, y con los apoyos y las juntas correspondientes.

Vigas → ❶ - ❷

Las vigas y las cerchas forman parte de las estructuras lineales. Para los elementos estructurales se utilizan materiales como la madera, el acero y/o elementos prefabricados de hormigón armado con elementos intermedios de diversos materiales. Para luces mayores se utilizan vigas compuestas por escuadrías de madera o barras de acero, vigas de madera laminada, vigas cajón de madera contrachapada y laminada, vigas de alma llena construidas especialmente con chapas altas arriostradas para evitar el abollamiento y vigas de celosía y alveolares. Los tirantes invertidos o vientos sirven para aminorar la sección de los perfiles y poder así construir estructuras más ligeras y esbeltas.

Entramados de vigas → ❶ - ❷

Los entramados de vigas son estructuras compuestas de vigas de grandes luces, en las que cada viga se cruza en un punto con otra viga. Por lo general, se fabrican de elementos prefabricados (p. ej., de vigas de madera laminada con nudos de uniones metálicas o vigas entramadas de acero) y son especialmente aptas para salvar los vanos de naves industriales.
En el caso de que existan exigencias contra el fuego, deben tomarse medidas adicionales para proteger las estructuras.

Estructuras espaciales → ❸ - ❹

Las estructuras espaciales son un desarrollo de los entramados de vigas. En este caso, las barras de acero se unen con ayuda de nudos esféricos como arriostramiento, de modo que forman un entramado espacial que no necesita estabilización adicional.

DIN 18531

Normativa para cubiertas planas de la asociación alemana de techadores
véase también: Física de la construcción, pág. 480

CUBIERTAS

CUBIERTAS PLANAS

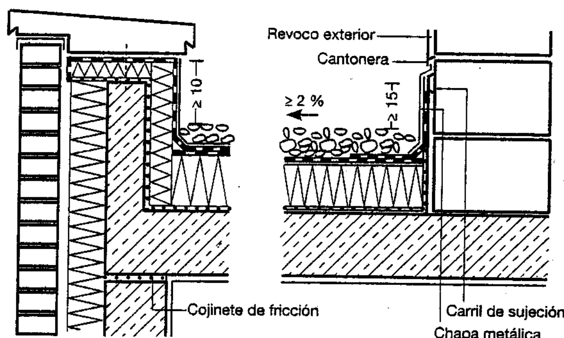
Tipos

Por razones constructivas, las cubiertas planas se diferencian en dos tipos:

Cubiertas no ventiladas de una capa (cubiertas calientes), en las que estructura, barrera de vapor, aislamiento térmico, impermeabilización y capas intermedias forman un elemento compuesto. Pueden ser construidas según el tipo común → 10, como sistema de **cubierta plana invertida** → 8 (la impermeabilización y la barrera de vapor se colocan como una capa sobre la estructura; el aislamiento, de baja porosidad, se coloca sin fijar sobre la capa y se asegura mediante una capa de grava), como combinación de ambos tipos de cubierta (p. ej., **cubierta mixta Plusdach** o **Duodach**), o con aislamiento interior → 9.

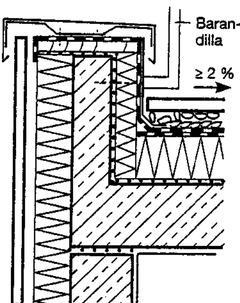
Cubiertas ventiladas de dos capas (cubiertas frías), en las que se instala una cámara de ventilación → 6 - 7 entre la impermeabilización de la cubierta (con su entarimado) y el aislamiento térmico. La ventaja de estas cubiertas (evacuación de la condensación) será efectiva solo cuando pueda asegurarse una perfecta ventilación y una barrera de vapor por el interior, colocada adecuadamente.

¡De no ser así, la impermeabilización funciona como una barrera de vapor mal colocada y podría provocar humedades en la cubierta!

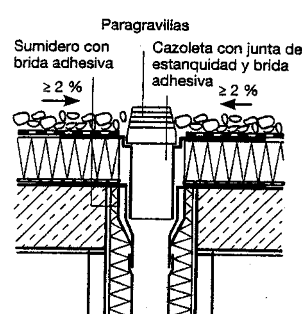


1 Remate perimetral de cubierta plana

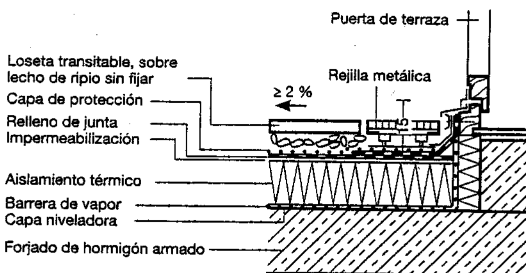
2 Encuentro con muro



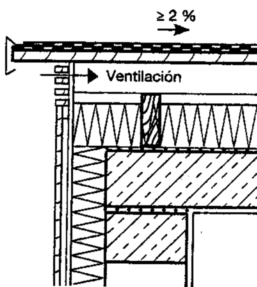
3 Detalle del borde de la cubierta (terraza)



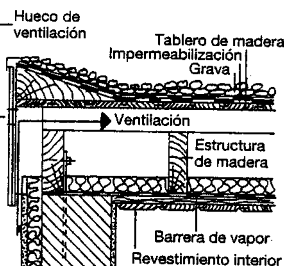
4 Detalle del sumidero con empalme sellado



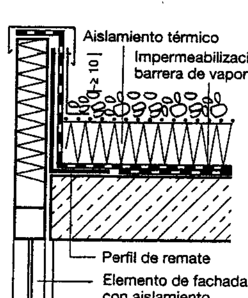
5 Encuentro de terraza con rejilla metálica



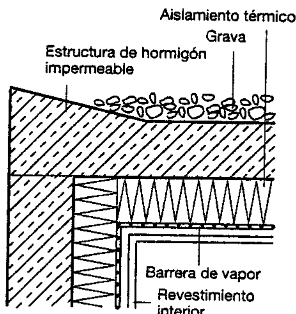
6 Cubierta fría sobre losa de hormigón armado



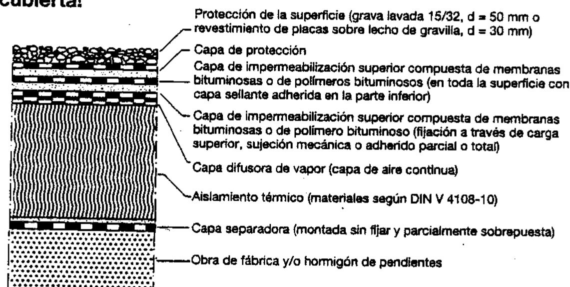
7 Cubierta fría con estructura de madera



8 Cubierta plana invertida



9 Cubierta de hormigón impermeable con aislamiento interior



10 Montaje tipo de una cubierta cálida con protección de superficie pesada e impermeabilización de diversas capas según DIN 18531-3:11-2005

Construcción tipo (cubierta caliente) → 10

Protección superficial pesada (grava lavada 15/32, d = 50 mm o revestimiento de losetas sobre lecho de gravilla, d = 30 mm), ajardinamiento extenso, o protección ligera (lámina impermeabilizante autoprotegida) para evitar la formación de burbujas, cambios bruscos de temperatura, solicitaciones mecánicas de la superficie y daños por radiación ultravioleta.

Capa de protección (p. ej., láminas protectoras de PVC, vellones sintéticos, mantas de granulado de goma, protección antirraíces).

Membrana impermeabilizante multicapa compuesta de **láminas impermeabilizantes bituminosas o de polímeros bituminosos** (adheridas en toda su superficie) o monocapa con láminas impermeabilizantes de PVC o elastómeros. La impermeabilización se fija en su posición mediante la aplicación de carga superior, sujeción mecánica o adhesión parcial o total.

Capa difusora de vapor. Cartón ondulado o lámina bituminosa perforada contra la formación de burbujas y abombamientos, debidos a la evaporación de la humedad todavía contenida en los elementos constructivos inferiores.

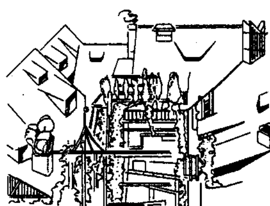
Aislamiento térmico con placas de aislante (corcho, espumas extruidas duras, fibras minerales o vidrio celular) colocados a tope o con borde mecanizado a media madera. Elección y dimensionado según DIN V 4108-10).

Capa separadora o de disociación, en la mayoría de los casos montada sin fijar.

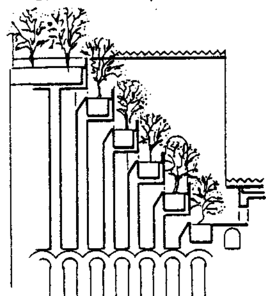
Estructura portante de hormigón en pendiente → pág. 103, por motivos de dilataciones térmicas con apoyos deslizantes (junta deslizante sobre los muros estructurales y separación de muros interiores y forjado. Antes deben adherirse al forjado cintas de porexpán).



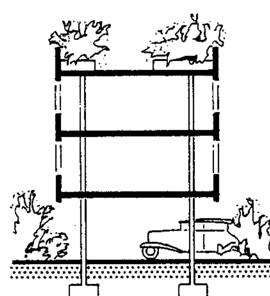
1 Cubiertas ajardinadas en edificios de viviendas de alquiler: "característica emblemática de una nueva arquitectura"



2 Cubierta ajardinada mediante macetas en balcones y terrazas



3 Jardines colgantes de Semiramis en Babilonia (siglo VI a. de C.)



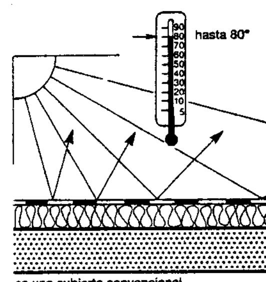
4 La pérdida de superficie verde puede compensarse ajardinando las cubiertas

Cubiertas ajardinadas

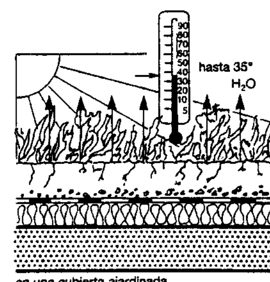
En Babilonia ya se ajardinaban terrazas seis siglos a. de C. En Berlín, hacia 1890, las cubiertas de algunas casas de campo se recubrieron con una capa de humus, sobre la que crecían plantas, para protegerlas de posibles incendios. En el siglo XX fue Le Corbusier quien redescubrió las cubiertas ajardinadas. En el siglo XX, el movimiento moderno reivindicó las cubiertas planas, lo que conllevó el redescubrimiento de las cubiertas ajardinadas.

Características de las cubiertas ajardinadas:

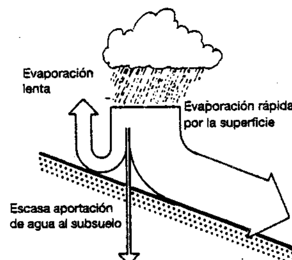
1. Aislamiento térmico a través de la cámara de aire existente entre el césped y a través de la capa de tierra con raíces (acumulación de calor).
2. Aislamiento acústico y acumulación térmica.
3. Mejora de la composición del aire en los barrios residenciales.
4. Mejoras en el microclima.
5. Se mejora la escorrentía de las ciudades y el contenido en agua del paisaje.
6. Ventajas fisicoconstructivas. Se reducen las radiaciones ultravioletas y las grandes oscilaciones de temperatura gracias a la capa protectora de césped y de tierra.
7. Sedimentación de polvo.
8. Elemento de configuración formal y mejora de las condiciones de vida.
9. Recuperación de superficies verdes.



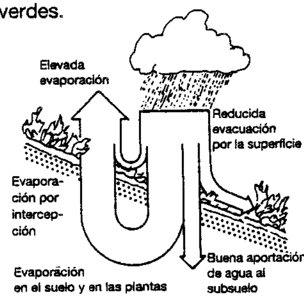
5 Aire urbano seco y sobrecalentado → 6



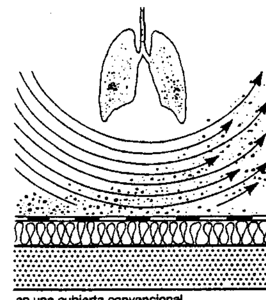
6 Aire más fresco y húmedo debido al consumo energético de las plantas



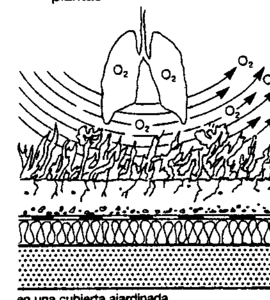
11 Distribución del agua de lluvia en superficies compactas → 12



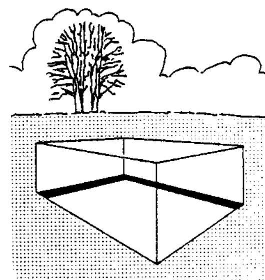
12 Distribución del agua de lluvia en superficies sin urbanizar



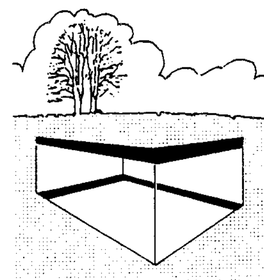
7 Producción de polvo y remolinos de aire → 8



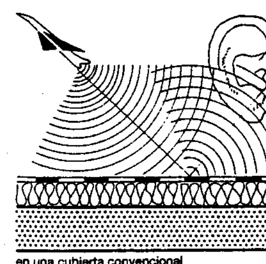
8 Mejora del aire urbano por filtrado y fijación de las plantas y por la producción de oxígeno



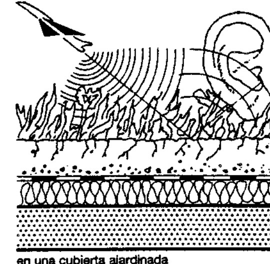
13 Con la construcción de un edificio se pierde una parte de paisaje natural → 14



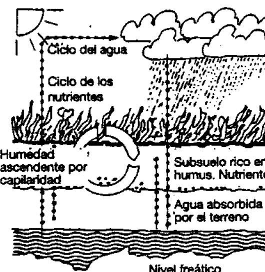
14 Buena parte de la superficie verde perdida podría recuperarse ajardinando la cubierta



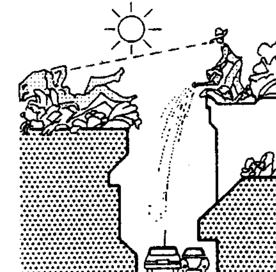
9 Reflexión acústica en "superficies duras" → 10



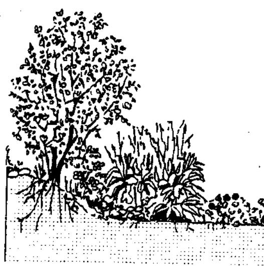
10 Absorción acústica en una capa vegetal blanda



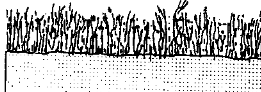
15 Ciclo natural del agua y de los nutrientes



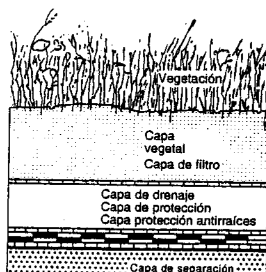
16 Valor físico y psíquico de las superficies verdes (que aumentan la sensación de bienestar)



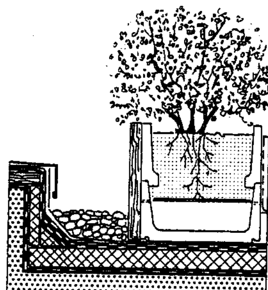
❶ Ajardinamiento intensivo



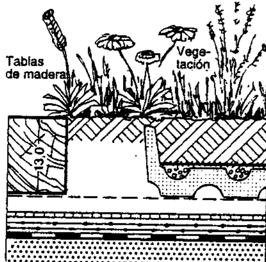
❷ Ajardinamiento extensivo



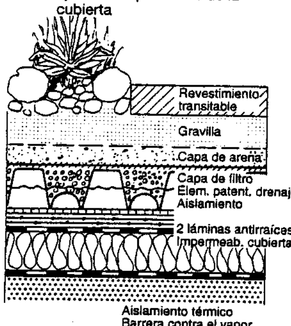
❸ Capas que conforman una cubierta ajardinada



❹ Contenedor de plantas para ajardinar el perímetro de la cubierta



❺ Sistema Zinco Floraterra para ajardinar cubiertas



❻ Sistema Zinco Floradrain para ajardinar cubiertas

Pendiente de las cubiertas

Las cubiertas a dos aguas no deben tener una pendiente superior a 25°. Las cubiertas planas deben tener una inclinación mínima del 2-3 %.

Tipos de cubiertas ajardinadas

Ajardinamiento intensivo: la cubierta se convierte en un jardín habitable con elementos como pérgolas y cenadores. Es necesario un cuidado y un mantenimiento constantes. Vegetación: césped, arbustos, árboles.

Ajardinamiento extensivo: se realiza sobre una cobertura mínima de tierra y apenas requiere mantenimiento. Vegetación: musgos, césped, hierbas, pequeñas plantas.

Vegetación móvil: plantas en macetas y otros recipientes para ajardinar terrazas, antepechos y balcones.

Riego

Riego natural con agua de lluvia. El agua se almacena en la capa de drenaje y en la capa vegetal.

Riego por inundación: el agua de lluvia se almacena en la capa de drenaje y, en caso de que el agua de lluvia no sea suficiente, esta capa se rellena mecánicamente.

Riego gota a gota: mangueras con perforaciones colocadas en la capa vegetal o en la de drenaje.

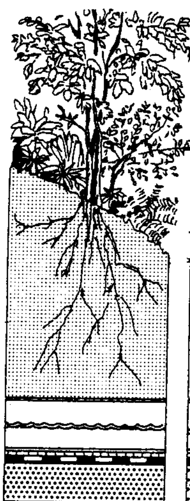
Riego por aspersión: instalación por encima de la capa vegetal.

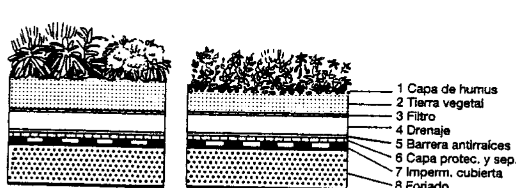
Abono

El material de abono puede esparcirse sobre la capa vegetal o disolverse en el agua de riego.

Nombre botánico	Nombre castellano (color de la flor)	Altura	Floración
Saxifrage Aizoon	Saxífraga (blanca-rosa)	5 cm	VI
Sedum Acre	Telefio amargo (amarilla)	8 cm	VI-VII
Sedum Album	Uva de gato (blanca)	8 cm	VI-VII
Sedum Album "Coral Capet"	Clase blanca	5 cm	VI
Sedum Album "Laconicum"	Clase blanca	10 cm	VI
Sedum Album "Micranthum"	Clase blanca	5 cm	VI-VII
Sedum Album "Murale"	Clase blanca	8 cm	VI-VII
Sedum Album "Cloroticum"	Sedo triguero (amarillo claro)	5 cm	VI-VII
Sedum Hybr.	Hierba doncella (amarilla)	8 cm	VI-VII
Sedum Floriferum	Estafisagria (oro)	10 cm	VIII-IX
Sedum Reflexum "Elegant"	Sedo rocoso (amarilla)	12 cm	VI-VII
Sedum Sexangulare	Telefio dulce (amarilla)	5 cm	VI
Sedum "Weiße Tatra"	Clase amarilla clara	5 cm	VI
Sedum Spur. "Superbum"	Clase amarilla clara	5 cm	VI-VII
Sempervivum Arachnoideum	Siempreviva aracnoide (rosa)	6 cm	VI-VII

❽ Selección de tipos de plantas recomendadas para ajardinar cubiertas (plantas de cobertura)



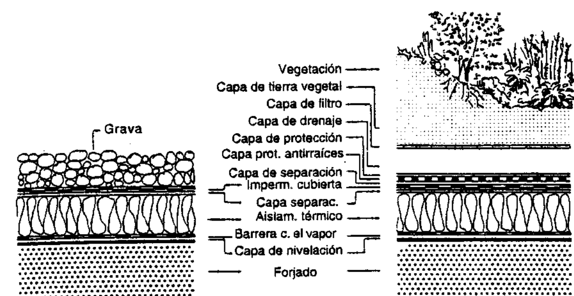


Altura máxima de la vegetación > 250 cm	hasta 250 cm	5-25 cm	5-20 cm	5-20 cm	5-10 cm
Grosor mínimo de la capa de tierra: 35 cm	19-35 cm	14 cm	12 cm	12 cm	10 cm
Sobrecarga 3,7 kN/m²	1,9-3,7 kN/m²	1,4 kN/m²	1,1 kN/m²	1,15 kN/m²	0,9 kN/m²
Provisión agua 170 l/m²	80-170 l/m²	60 l/m²	45 l/m²	40 l/m²	30 l/m²
Capa de humus - cm	- cm	- cm	1 cm	- cm	1 cm
Tierra vegetal 23 cm	7-23 cm	5 cm	4 cm	7 cm	4 cm
Capa de drenaje 12 cm	12 cm	9 cm	7 cm	5 cm	5 cm
Riego autom. o manual	manual o automático	manual o automático	manual	manual	manual

❼ Diferentes tipos de ajardinamiento

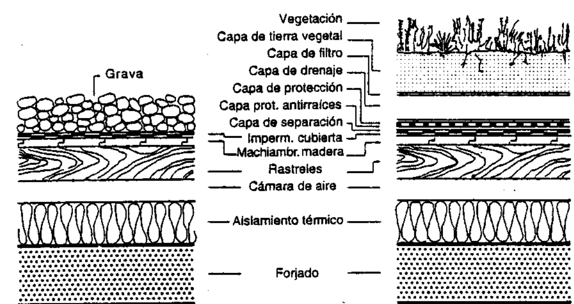
Construcción

Capa de tierra vegetal. Se emplea arcilla expandida. Ofrece: estabilidad estructural, ventilación de la tierra y mantenimiento de la humedad; permite además modelar el suelo. Función: conservar los nutrientes, reacción del suelo (valor pH), ventilación y mantenimiento de la humedad.
Capa de filtro: evita la acumulación de barro en la capa de drenaje.
Capa de drenaje: evita un riego excesivo de las plantas. Material: planchas de espuma rígida, planchas sintéticas.
Capa de protección: protege durante la fase de construcción y contra cargas puntuales.
Capa de protección contra las raíces: las láminas de PVC/ECB y EPDM frenan el crecimiento de las raíces.
Capa de separación: separa la estructura portante del ajardinamiento de la cubierta.
Los ejemplos → ❶ - ❽ muestran la construcción usual de cubiertas planas y de cubiertas planas ajardinadas. Antes de proceder al ajardinamiento se debe verificar la correcta ejecución de la cubierta y comprobar cada una de las capas. Asegurarse también de que los materiales empleados se ajustan a las características técnicas exigidas. También pueden ajardinarse las cubiertas a dos aguas. Ajardinar una cubierta inclinada → ❾ - ⓬, supone realizar una construcción bastante complicada (peligro de deslizamiento, desecación, etc.).



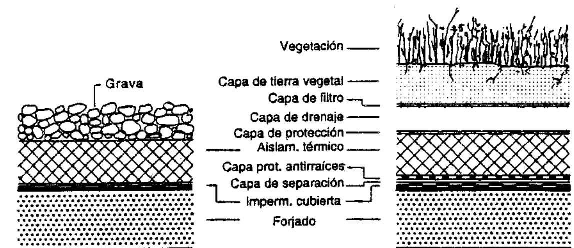
❶ Cubierta caliente → ❷

❷ Cubierta caliente ajardinada



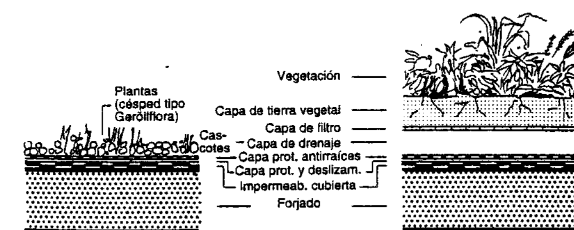
❸ Cubierta fría → ❹

❹ Cubierta fría ajardinada



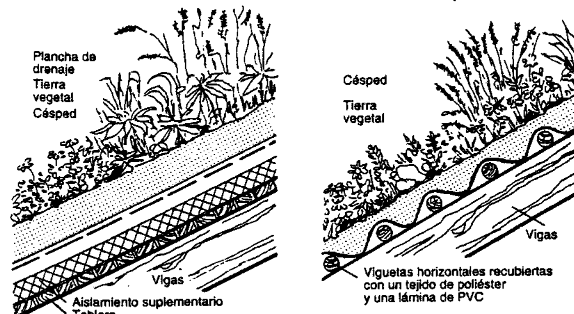
❺ Cubierta invertida → ❻

❻ Cubierta ajardinada con cámara ventilada



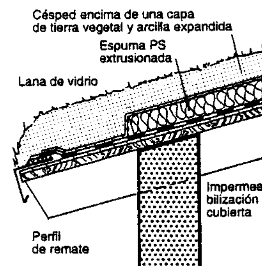
❼ Ajardinamiento mínimo de una cubierta a posteriori

❽ Ajardinamiento de una cubierta a posteriori (si es posible constructiva y estructuralmente)

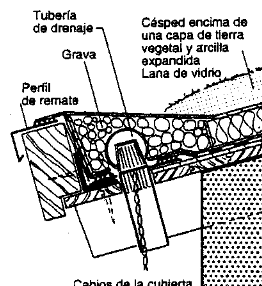


❾ Ajardinamiento de una cubierta inclinada

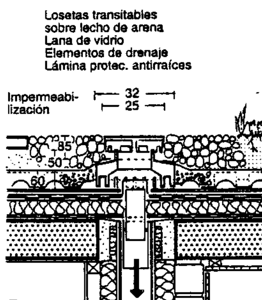
❿ Ajardinamiento de una cubierta muy inclinada



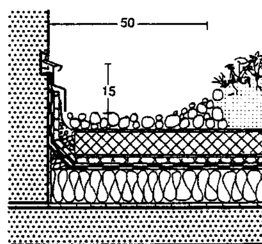
⓫ Detalle del alero de una cubierta inclinada ajardinada



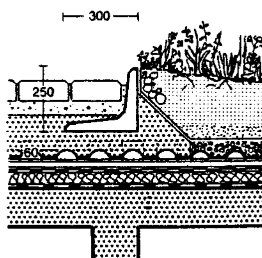
⓬ Sumidero → ⓫



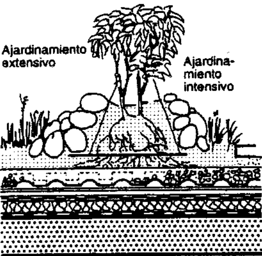
⓭ Sumidero



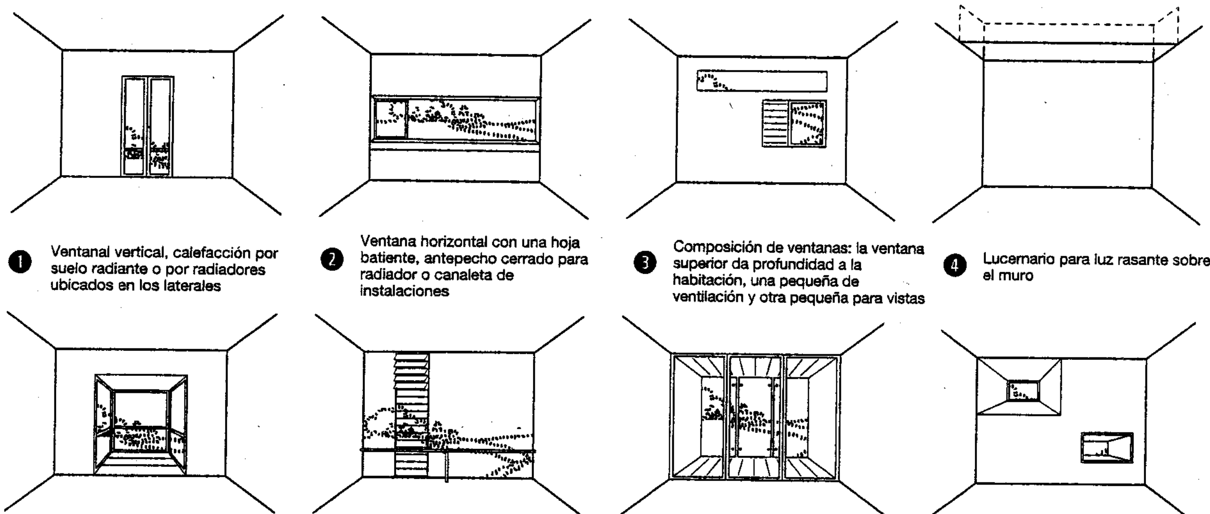
⓮ Encuentro con paramento vertical



⓯ Junta entre calle abierta al tránsito rodado y cubierta ajardinada



⓰ Junta entre calle peatonal y cubierta ajardinada

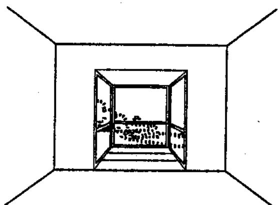


❶ Ventanal vertical, calefacción por suelo radiante o por radiadores ubicados en los laterales

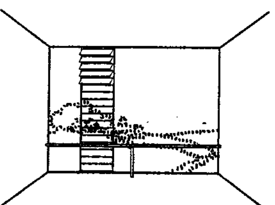
❷ Ventana horizontal con una hoja batiente, antepecho cerrado para radiador o canaleta de instalaciones

❸ Composición de ventanas: la ventana superior da profundidad a la habitación, una pequeña de ventilación y otra pequeña para vistas

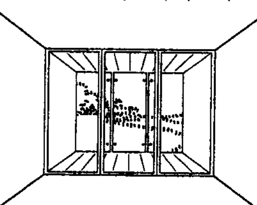
❹ Lucernario para luz rasante sobre el muro



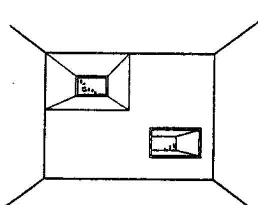
❺ Ventana tipo mirador



❻ Ventana fija de suelo a techo, con barandilla como antepecho y lamas de ventilación con capialzado para aislamiento acústico

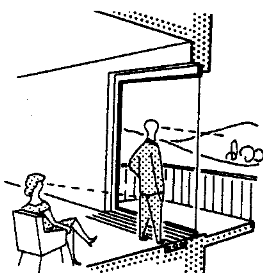


❼ Galería con espacio intermedio (fachada como segunda piel, efecto invernadero)

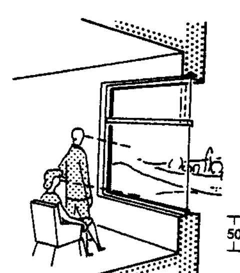


❽ Muro con ventanas enrasadas por la cara exterior e interior del muro

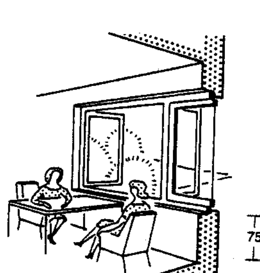
DISPOSICIÓN EN ALTURA



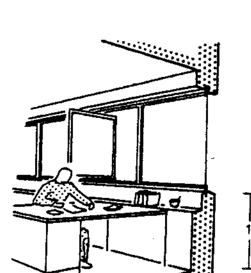
❾ En balcones con buenas vistas



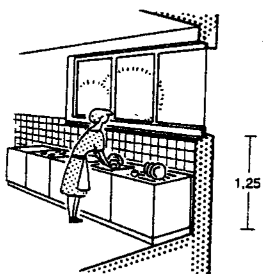
❿ En habitaciones con vistas



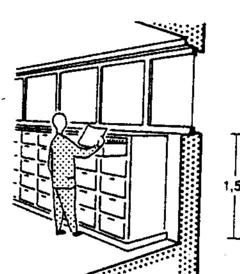
⓫ Altura normal (altura de una mesa)



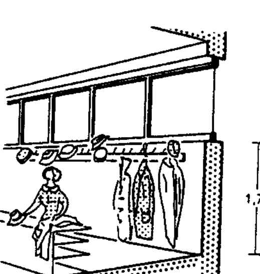
⓬ En oficinas



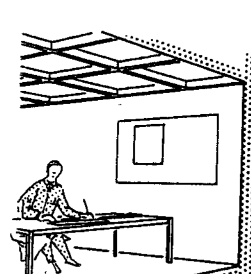
⓭ En cocinas



⓮ En oficinas con archivos bajo ventanas

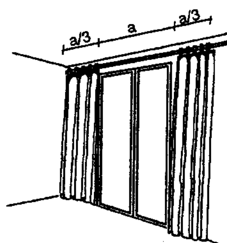


⓯ En guardarropas

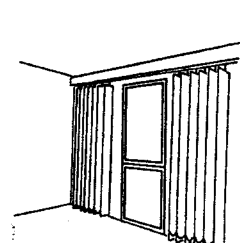


⓰ Lucernarios (p. ej., en salas de dibujo)

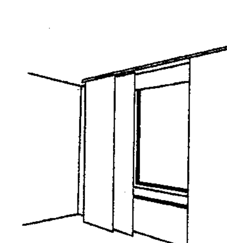
PROTECCIÓN VISUAL



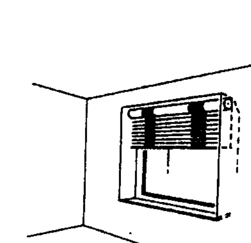
⓱ Prever suficiente espacio libre en las esquinas para las cortinas



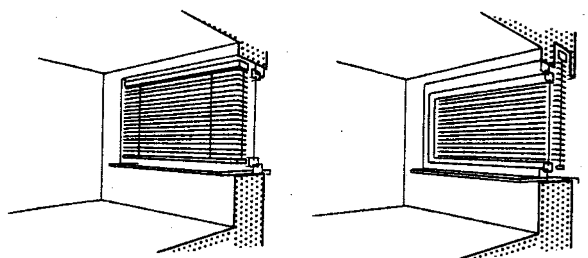
⓲ Cortina de lamas verticales



⓳ Estor corredero

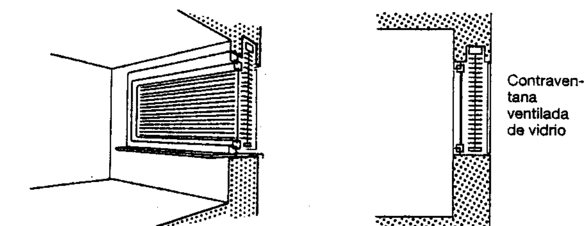


⓴ Persiana enrollable de lamas (para oscurecimiento interior)

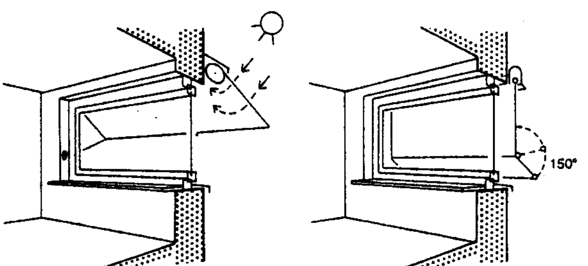


❶ Persiana veneciana en el interior, el sol llega hasta detrás del vidrio: solución poco favorable

❷ Persiana veneciana en el exterior

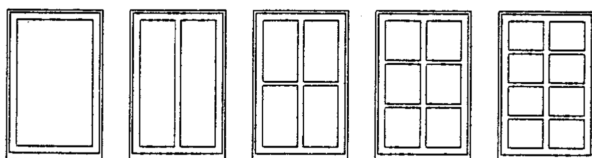


❸ Persiana veneciana en el exterior con contraventana de vidrio (protección solar en el exterior)



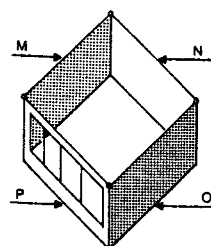
❹ Los toldos impiden la entrada de radiación directa

❺ Toldo vertical



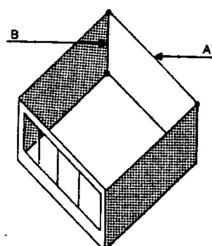
Por cada 1,5 m² de vano, queda 1 m² Superficie vidriada 66 %	Por cada 1,5 m² de vano, queda 0,92 m² Superficie vidriada 61 %	Por cada 1,5 m² de vano, queda 0,89 m² Superficie vidriada 59 %	Por cada 1,5 m² de vano, queda 0,87 m² Superficie vidriada 58 %	Por cada 1,5 m² de vano, queda 0,84 m² Superficie vidriada 56 %

❻ Ejemplos de disminución de superficie vidriada por las particiones



Superficie vidriada = 1/10 de la superficie
Ancho de ventana = 1/10 (M + N + O + P)

❼ Tamaños de ventanas en construcciones industriales



Tamaño de ventana ≥ 0,3 A × B

❽ Tamaños de ventanas en estancias de más de 3,5 m de altura

VENTANAS

EXIGENCIAS

Además de ser un cerramiento exterior, las ventanas tienen tres funciones elementales: regular la cantidad de luz natural, renovar el aire en la estancia y facilitar vistas al interior y/o exterior. Estas funciones las pueden ejercer elementos diferentes. Los huecos para la salida de aire, las claraboyas o los escaparates de las tiendas solo cumplen algunas de las tres funciones fundamentales descritas arriba.

Con independencia de las ordenanzas locales y los reglamentos de iluminación natural (véase Iluminación natural, pág. 497), el tamaño y la posición de las ventanas deben cumplir sobre todo las exigencias arquitectónicas que en el exterior configuran la composición de la fachada. Las ventanas enrasadas con la cara interior del muro realzan la profundidad de este, las enrasadas con la cara exterior del mismo realzan su cualidad como superficie. Además de las proporciones entre anchura y altura, cabe considerar la superficie vidriada (marcos y hojas) y otros elementos de la fachada (que suelen obviarse cuando se cambian las ventanas)

Las ventanas son responsables de proporcionar luz al interior, una cuestión fundamental para los espacios. Su situación en planta es importante, pues en algunos casos es necesario colocar protecciones frente al deslumbramiento y ventanas de luz dirigida. ¿Cuánto ocupa el barrido de una hoja hacia el interior de la habitación? Los alféizares siguen siendo útiles (las ventanas oscilantes no son adecuadas para ventilar rápidamente y solo ayudan a una ventilación lenta). Además de todo esto, pueden presentarse exigencias contra incendios, robos o impactos.

Categorías de protección → págs. 119 y 130. Si la ventana es una vía de evacuación, entonces debe tener una luz de 0,9 × 1,2 m como mínimo y una altura máxima sobre el nivel del suelo acabado de 1,2 m.

Remodelación

Si es necesario cambiar las ventanas por otras técnicamente más convenientes, deben tenerse especialmente en cuenta los empalmes o uniones, pues al colocar ventanas de mejor calidad, existe el riesgo de que se produzca condensación (en el marco o en las esquinas exteriores de las estancias) y aparezcan hongos. Para evitar cambiar y empeorar la composición de la fachada y la entrada de luz, deberían mantenerse los tamaños de los vidrios originales (atención a los marcos y las hojas → ❻).

Construcción de viviendas

La exigencia mínima de los huecos para espacios residenciales depende de las normativas de cada lugar, pero fluctúa entre 1/8 y 1/10 de la superficie útil. Otros criterios son las distancias con los edificios vecinos (que arrojan sombra) y los parámetros según las ordenanzas de protección térmica. Para optimizar el balance energético pueden utilizarse los mismos criterios que en los espacios de trabajo.

Lugares de trabajo

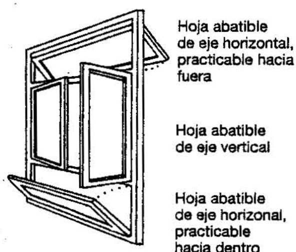
La superficie de ventana necesaria puede obtenerse de forma aproximada mediante la siguiente regla: la anchura total de todas las conexiones visuales al exterior deben guiarse por la directiva relativa a los lugares de trabajo (como mínimo 1/10 de la anchura total de los muros → ❼. La posibilidad de visibilidad al exterior debe producirse a la altura del ojo (altura de antepechos: 0,85-1,25 m) → pág. 108 ❾ - ⓰.

En lugares de trabajo de más de 3,5 m de altura, la superficie transparente de la ventana debe ser como mínimo un 30 % de la superficie de los muros exteriores → ❽.

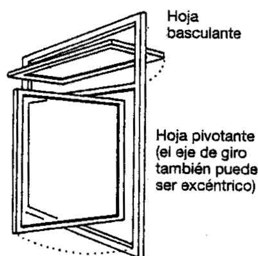
Para espacios con dimensiones similares a los espacios de vivienda se aplica una altura mínima de las superficies vidriadas de 1,3 m. Las normativas para la optimización de los recursos energéticos requieren un proyecto independiente, redactado por un especialista, donde se justifiquen las pérdidas y ganancias térmicas y el direccionamiento de la luz a través de la ventana.

véase también:
Luz natural, pág. 497
Sombreado y protección solar

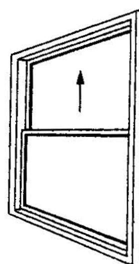
TIPOS DE ABERTURA



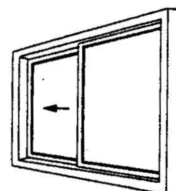
❶ Hojas hacia dentro o hacia fuera



❷ Hojas basculantes y pivotantes



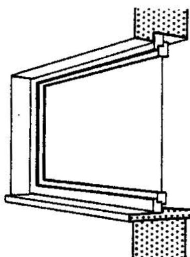
❸ Ventana de guillotina



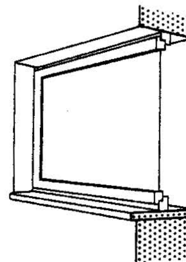
❹ Ventana corredera

FORMAS DE MOCHETA

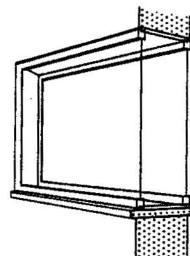
❺ Mocheta en el interior, marco anclado por dos caras



❻ Mocheta en el exterior, marco anclado por dos caras



❼ Sin mocheta, marco anclado solo por una cara.



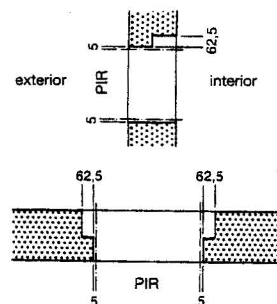
❽ Ventana con jardinera incorporada

	Ventana de 1 hoja					Ventana de 2 hojas				Ventana de 3 hojas				Ventana de 4 hojas		
	375	500	625	750	875	1.000	1.125	1.250	1.375	1.500	1.625	1.750	1.875	2.000	2.125	2.250
375	3x3	4x3	5x3	6x3	7x3											
500	3x4	4x4	5x4	6x4	7x4	8x4										
625		4x5	5x5		7x5	8x5										
750		4x6	5x6	6x6	7x6	8x6										
875		4x7 o	5x7	6x7	7x7	8x7	9x7			12x7	13x7					
1.000		4x8 o	5x8 o		7x8	8x8	9x8	10x8		12x8	13x8	14x8		16x8		
1.125		4x9 o	5x9 o		7x9	8x9	9x9	10x9		12x9	13x9	14x9		16x9	17x9	
1.250		4x10 o	5x10 o		7x10	8x10	9x10	10x10		12x10	13x10	14x10		16x10	17x10	
1.375			5x11 o			8x11	9x11	10x11			13x11	14x11			17x11	
1.600							9x12	10x12								
1.625																
2.000							9x16 8	10x16 8								
2.125							9x17 8	10x17 8								
2.250							9x18 8	10x18 8								

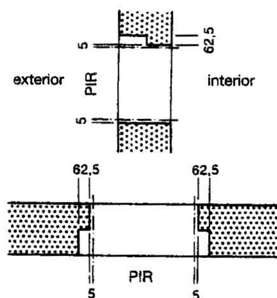
Los números enteros indicados encima de los recuadros son múltiplos de 125 mm, así, p. ej., una ventana 9 × 11 tiene unas dimensiones reales de (9 × 125) × (11 × 125) = 1.125 × 1.375 mm

Leyenda
- Tamaño normalizado
- Tamaño
- o Tamaño recomendado para bandas de ventanas
- 8 Tamaño recomendado para balconeras
- Tamaño recomendado para ventanas de sótanos
- Tamaño recomendado para ventanas de lavaderos y cocinas

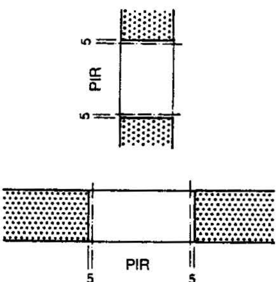
❾ Medidas de los huecos de obra (PIR) para ventanas DIN 18050



❿ Mocheta 1 (en el interior)

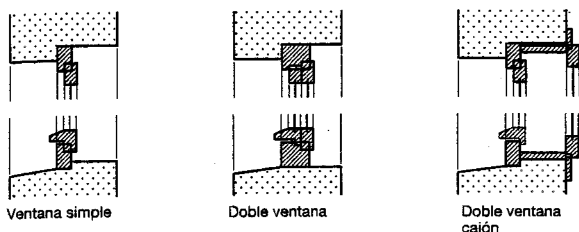


⓫ Mocheta 2 (en el interior)

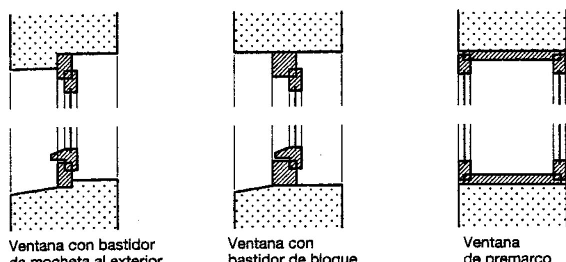


⓬ Mocheta 3 (sin mocheta)

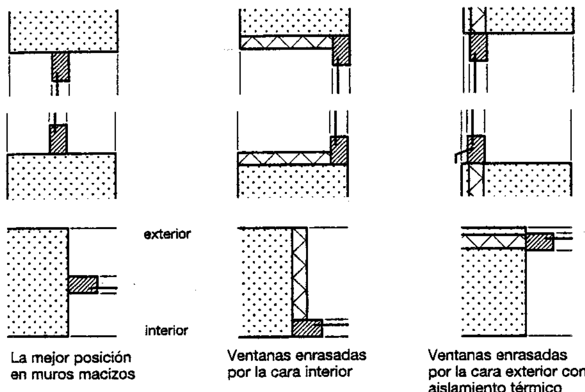
PROTECCIÓN TÉRMICA SEGÚN NORMATIVA ALEMANA ENEV 2009

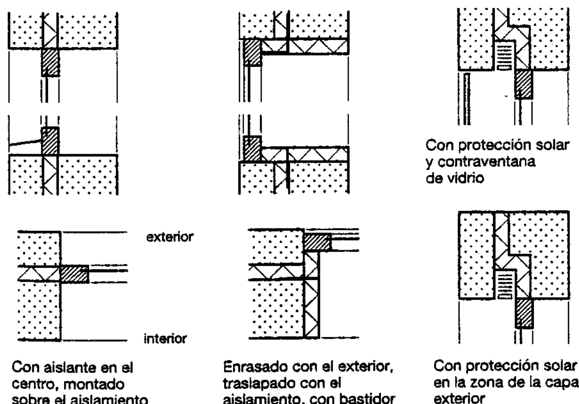


❶ Formas de ventanas según el tipo de hoja



❷ Formas de ventanas según el tipo de marco (en los dibujos: exterior a la izquierda, interior a la derecha)





❸ Posición de la ventana en el muro (en los dibujos: exterior a la izquierda, interior a la derecha)

Línea	Numero de plantas	Clase de permeabilidad de las juntas según DIN EN 12207-1: 2000-06
1	hasta 2	2
2	más de 3	3

❹ Clases de permeabilidad de juntas para ventanas, puertas y tragaluces montados por el exterior del muro

Clasificación y denominación de las ventanas según tipo y hoja → ❶ y según tipo de marco o bastidor → ❷. Las altas exigencias de las ventanas (protección térmica y acústica) dan como resultado una gran variedad de formas y sistemas. La posición de la ventana en el muro es un elemento de gran importancia para componer una fachada. Por ello, es determinante la posición del aislamiento térmico y de la protección solar requerida → ❸. En un sistema de doble fachada, una hoja exterior de vidrio (de protección, no de acabado) sirve como protección contra el viento de los sistemas de sombreado, de tal forma que es posible la ventilación natural aún con viento y lluvia intensos. Debe evitarse en lo posible una disposición traslapada de la ventana y la capa de aislamiento, pues puede conllevar complicaciones y deficiencias en los aislamientos y sellados. Las tolerancias aceptadas para huecos en obras están reguladas en DIN 18 201. En huecos de ventanas y puertas de hasta 3 m de largo se aceptan tolerancias de hasta 12 mm; hasta 6 m, las tolerancias pueden ser de 16 mm.

Las ventanas y las puertas montadas hacia el exterior del muro en estancias calefactadas, deberán ejecutarse como mínimo con vidrio aislante o doble vidrio. En el caso de edificios de nueva planta, el coeficiente global de transmitancia térmica de las ventanas de todo un edificio debe calcularse según la EnEV 2009. Para este cálculo se incluirán también las ganancias solares → pág. 483 y ss. En el caso de construcción de nueva planta, de ampliación y renovación de edificios, deben considerarse los valores de la tabla → ❺, donde las puertas, las ventanas y los tragaluces tienen que cumplir exigencias de sellado y renovación mínima de aire: tabla → ❹.

Fila	Elemento constructivo	Medidas a proceder	Edificios de vivienda y zonas sin edificios de viviendas con temperaturas interiores > 19 °C	Zonas sin edificios de viviendas con temperaturas interiores de 12 a < 19 °C
			Valores máximos del coeficiente de pérdida de calor $U_{máx.}$ [1] en W/(m · K)	
2a	Ventana montada hacia el exterior	nº 2a y b	1,3 [2]	1,9 [2]
2b	Tragaluces	nº 2a y b	1,4 [2]	1,9 [2]
2c	Acristalamientos	nº 2c	1,1 [3]	sin exigencias
2d	Muros cortina	nº 6 párrafo 1 letra a	1,4 [4]	1,9 [4]
2e	Muros cortina	nº 6 párrafo 1 letra b	1,9 4)	sin exigencias
2f	Techos acristalados	nº 2a y c	2 [3]	2,7 [3]
3a	Ventanas montadas hacia el exterior puertas ventanas y acristalamientos especiales	nº 2a y b	2 [2]	2,8 [2]
3b	Acristalamientos especiales	nº 2c	1,6 [3]	sin exigencias
3c	Acristalamientos especiales	nº 6 párrafo 2	2,3 [4]	3 [4]

1) Coeficiente de pérdida de calor de un elemento constructivo considerando las nuevas capas constructivas y las existentes.
2) Valores del coeficiente de pérdida de calor de una ventana; este valor debe tomarse de acuerdo con las especificaciones técnicas del producto o según los valores energéticos de los elementos constructivos en las normativas alemanas de construcción (nacionales o regionales). En este último caso, se toman especialmente los valores energéticos de las normas técnicas europeas, así como también de valores energéticos de las normativas.
3) Valores de transmitancia térmica del acristalamiento: este valor debe tomarse de acuerdo con las especificaciones técnicas del producto o según los valores energéticos de los elementos de construcción en las normativas alemanas de construcción (nacionales o regionales). En este último caso, se toman especialmente los valores energéticos de los permisos técnicos europeos, así como también de valores energéticos de las normativas, según la lista de reglas de construcción A parte 1 y con motivo de acuerdos en los permisos de la inspección de obras.
4) Transmitancia térmica de un muro cortina; debe comprobarse según las regulaciones técnicas reconocidas.

❺ Según la EnEV, solo se permiten considerar los valores mayores para elementos constructivos en el caso de edificios de nueva planta, ampliación y renovación de edificios existentes

EnEV 2009
véase también:
- Vidrios
- Física de la construcción
- Luz natural

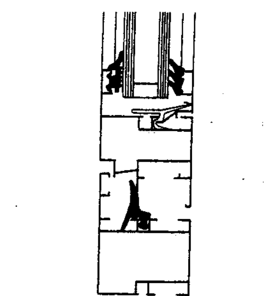
véase también:
Vidrios, pág. 119

VENTANAS

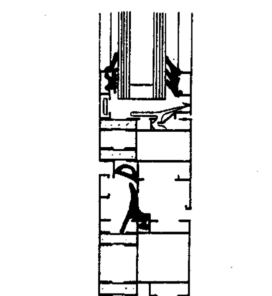
PROTECCIÓN ACÚSTICA

Para mejorar el aislamiento acústico de las ventanas, deben colocarse varias capas de vidrio una junto a la otra. Para reducir la resonancia recíproca, se combinan vidrios de distintas secciones (p. ej., 4/8 mm; 6/12 mm). A mayor distancia entre vidrios, mejor aislamiento acústico. Pueden obtenerse otras mejoras separando el marco y resolviendo el encuentro con una ejecución absorbente acústica. Las ventanas de premarco aíslan incluso mejor con un simple acristalamiento que una ventana con vidrio aislante.

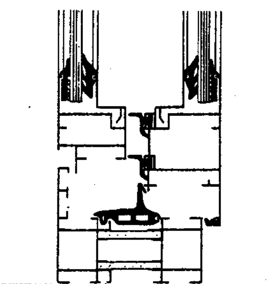
En el caso de mayores exigencias de protección acústica, debe preverse un aislamiento acústico adecuado en los mecanismos de ventilación, pues el aislamiento acústico se consigue solo con las ventanas cerradas.



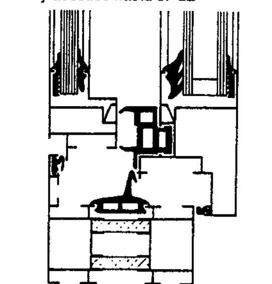
1 Ventana con carpintería de aluminio convencional



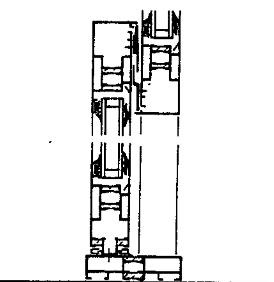
2 Ventana con carpintería de aluminio y aislamiento térmico y acústico hasta 37 dB



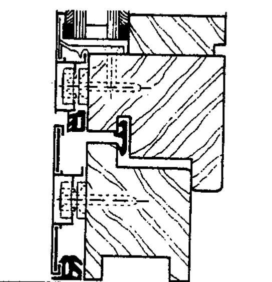
3 Ventana universal con carpintería de aluminio, protección solar intermedia y aislamiento acústico hasta 47 dB



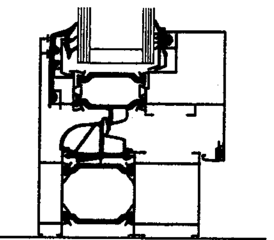
4 Ventana con carpintería de aluminio y aislamiento térmico y acústico hasta 47 dB



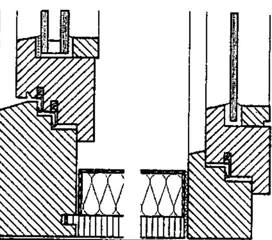
5 Ventana corredera con carpintería de aluminio, aislamiento acústico de hasta 35 dB



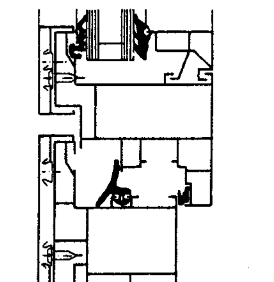
6 Ventana con carpintería de madera y aluminio, aislamiento acústico de hasta 35 dB



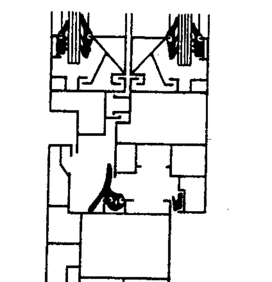
7 Ventana con carpintería de aluminio y rotura del puente térmico; aislamiento acústico de hasta 40 dB



8 Ventana de premarco de madera con marco, aislamiento acústico de hasta 45 dB



9 Ventana con carpintería de plástico y marco de aluminio, aislamiento acústico de hasta 42 dB



10 Ventana con carpintería de plástico, aislamiento acústico de hasta 45 dB. Puede colocarse una protección solar

	Distancia de la ventana al centro de la calle (m)	Nº vehículos/h en ambas direcciones	Grupo nivel ruido
Calle resid.		< 10	0
de 2º orden	< 35		0
		26 a 35	
	10 a 50		I
	11 a 25		II
	≤ 10		III
Calle resid.	> 100		0
de 2º orden	36 a 100		I
(2 carriles)	26 a 35	50 a 200	II
	11 a 25		III
	≤ 10		IV
Carretera	101 a 300		
comarcal en	101 a 300		I
población 1)		36 a 100	II
(2 carriles)	11 a 35	200 a 1.000	III
	≤ 10		IV
Calle resid.	101 a 300		III
de 1er orden	36 a 100	1.000 a 3.000	IV
(2 carriles)			
Calle principal	> 35		V
de una ciudad,			
polígonos	101 a 300		IV
industriales			
4-6 carriles			
Carreteras	≤ 100	3.000 a 5.000	V
nacionales			
accesos a			
autopistas y			
autopistas			

1) En las carreteras comarcales fuera de una población y en las calles de polígonos industriales y comerciales se ha de considerar el grupo de nivel de ruido inmediatamente superior

11 ¿Cuánto ruido hay?

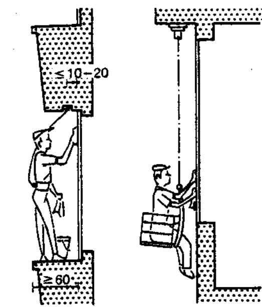
Grupo de nivel de ruido	Nivel de ruido medio en el exterior (en dB)	Aislamiento acústico mínimo R_w (en dB) en las salas de estar de viviendas 2)
0	≤ 50	25(30)
I	51 hasta 55	25(30)
II	56 hasta 60	30(35)
III	61 hasta 65	35(40)
IV	66 hasta 70	40(45)
V	> 70	45(50)

2) Los valores entre paréntesis son válidos para los muros exteriores y también deben mantenerse en las ventanas, si abarcan más del 60 % del cerramiento exterior

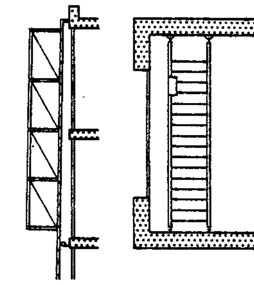
12 Elección del aislamiento acústico correcto

Tipo de aislam. acústico	Valor del aislam. acústico dB	Orientaciones sobre las características constructivas más importantes que deben cumplir las ventanas y los elementos de ventilación
6	50	Ventana de caja con marco independiente y con estanquidad especial, gran separación entre hojas y acristalamiento con vidrio grueso
5	45-49	Ventana de caja con estanquidad especial, gran separación entre hojas y acristalamiento con vidrio grueso; ventana compuesta con marcos no acoplados, estanquidad especial, separación entre hojas mayor de 100 mm y acristalamiento con vidrio grueso
4	40-44	Ventana de caja con estanquidad adicional y acristalamiento con vidrio de grueso medio; ventana compuesta con estanquidad especial, separación entre hojas de más de 60 mm y acristalamiento con vidrio grueso
3	35-39	Ventana de caja sin estanquidad adicional y vidrio de grosor medio; ventana compuesta con estanquidad adicional, separación entre hojas normal y acristalamiento con vidrio grueso, acristalamiento con vidrio aislante multicapa; lunas de 12 mm selladas directamente a la obra o en ventanas completamente estancas
2	30-34	Ventana de caja con estanquidad adicional y vidrio de grosor medio; vidrio aislante grueso; vidrio de 6 mm sellado directamente a la obra o en ventanas estancas
1	25-29	Ventana de caja con estanquidad adicional y vidrio de grosor medio; vidrio aislante delgado en ventanas sin estanquidad adicional
0	20-24	Ventanas poco estancas con vidrio sencillo o aislante

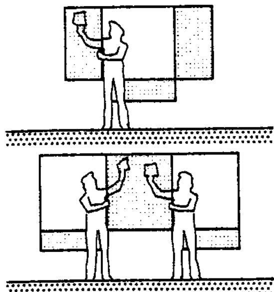
13 Tipo de aislamiento acústico de las ventanas (extracto de las directrices VDI-2719)



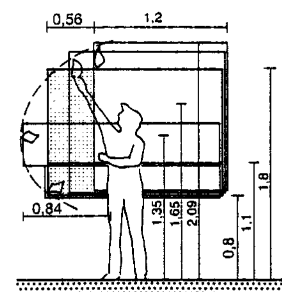
❶ Empleo de cinturón o arnés de seguridad



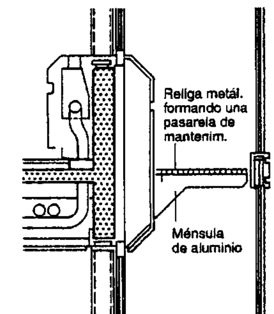
❷ Escalera de seguridad desplazable horizontalmente, edificios de 3 a 4 plantas



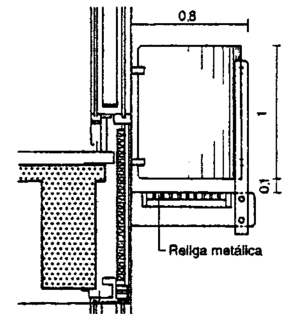
❸ Limpieza de ventanas adyacentes



❹ Superficie accesible con la mano: zona máx. que puede limpiarse



❺ Pasarela transitable



❻ Balcón de limpieza

Ascensores de fachada y pasarelas transitables

Como medida de seguridad pueden emplearse cinturones con arnés, cuerdas de seguridad y dispositivos de seguridad suspendidos → ❶.

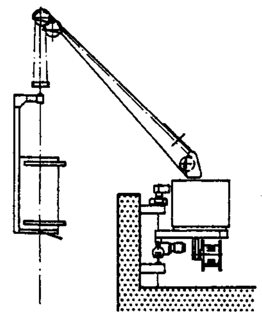
Para limpiar ventanas desde fuera (lo cual permite colocar ventanas fijas) y efectuar trabajos de mantenimiento, se pueden emplear góndolas suspendidas y grúas elevadoras → ❽ – ⓫. Si se montan a tiempo también pueden aprovecharse para colocar las celosías, ventanas, etc. Las góndolas suspendidas y las pasarelas transitables pueden utilizarse, con pocas modificaciones constructivas, como medios de salvamento en caso de incendio.

Las escaleras suspendidas (desplazables a lo largo de la fachada) de metal ligero → ❷ se componen de una escalera transitable y unos raíles. Anchura de la escalera 724 o 840 mm, longitud máxima total de la escalera 25 m. Carga máxima 200 kg (dos operarios con utensilios). Una variante puede ser las pasarelas transitables → ❺ y los balcones de limpieza → ❻.

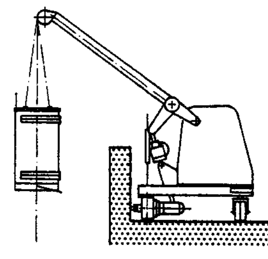
Tipo de edificio	Ventanas	Lucernarios
Oficinas	cada 3 meses*	cada 12 meses
Oficinas públicas	2 semanas	3 meses
Comercios	exterior: cada semana interior: cada 2 semanas	6 meses
Comercios (en calles principales)	exterior: a diario interior: cada semana	3 meses
Hospitales	3 meses	6 meses
Escuelas	3-4 meses	12 meses
Hoteles (primera categoría)	2 semanas	3 meses
Fábricas (trabajos de precisión)	4 semanas	3 meses
Fábricas (trabajos pesados)	2 meses	6 meses
Viviendas privadas	4-6 semanas	-

* Las ventanas de la planta baja se deben limpiar más a menudo

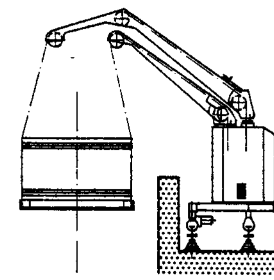
❼ Período de limpieza de las ventanas



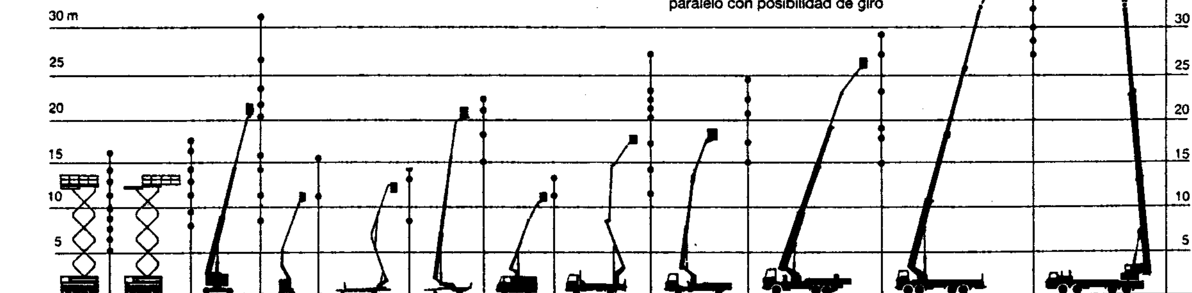
❽ Góndola de fachada para 1 persona



❾ Góndola suspendida de un solo brazo. Desplazamiento en paralelo



❿ Góndola suspendida de dos brazos. Desplazamiento en paralelo con posibilidad de giro



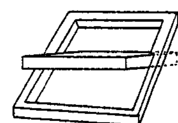
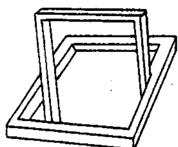
⓫ Dispositivos de plataformas elevables

Sistema Gardemann

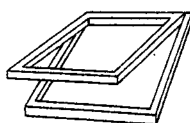
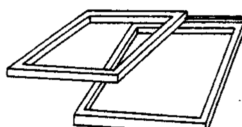
VENTANAS

VENTANAS DE DESVANES HABITABLES

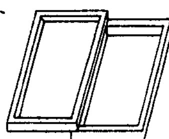
Para calcular las dimensiones de las ventanas de un desván es decisivo el grado de habitabilidad del mismo.
Las normativas de construcción exigen una superficie mínima de iluminación equivalente a 1/8 de la superficie en planta → ⓫.
Las ventanas grandes con mucha superficie de iluminación hacen que los espacios sean habitables.
Puede darse mayor anchura a las ventanas mediante particiones intermedias. Las cubiertas de gran pendiente exigen ventanas más cortas, las cubiertas planas requieren ventanas más largas. Las ventanas de desvanes habitados pueden ser basculantes con un marco especial → ❹ y disponerse en casetones aislados o en línea.

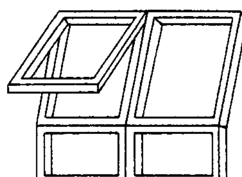
❶ Ventanas basculantes

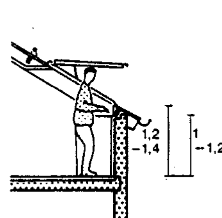
❷ Ventanas abatibles de eje horizontal

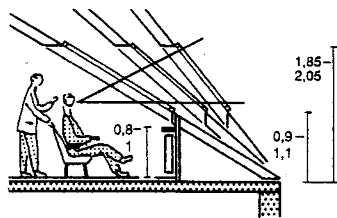


❸ Ventana-puerta corredera

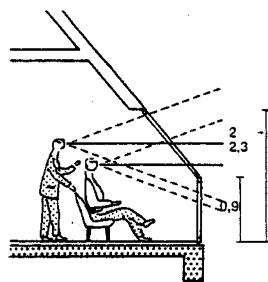


❹ Ventana con una hoja practicable y otra fija

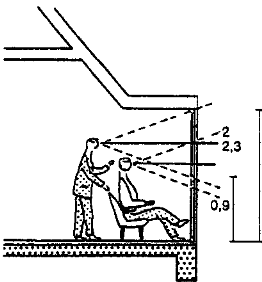




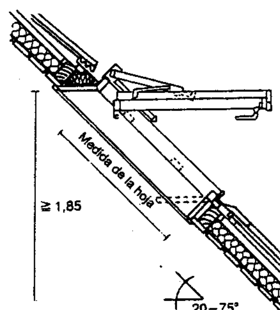
❺ Disposición de ventanas en un desván



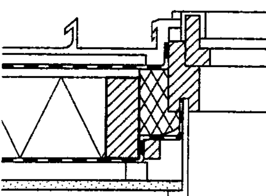
❻ Con ventana vertical adicional



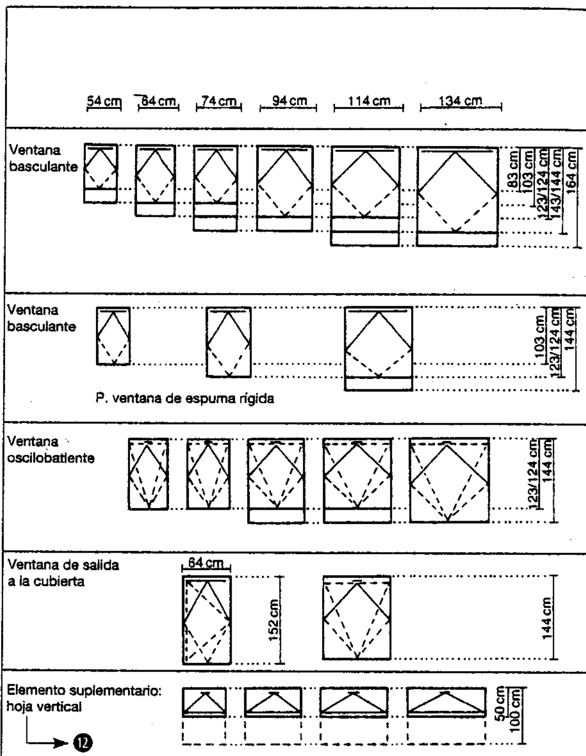
❼ Como buhardilla. Buhardillas → pág. 96



❽ Sección vertical



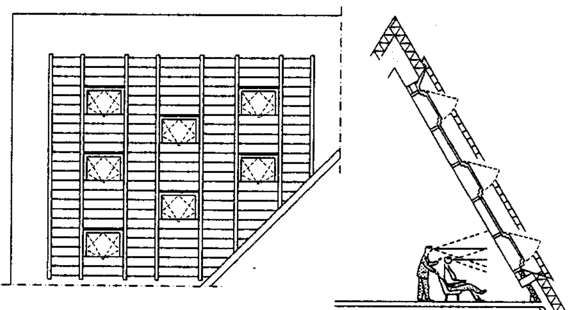
❾ Sección horizontal



❿ Cálculo del tamaño de las ventanas en función de la superficie en planta

Tamaño vent.	54/83	54/103	64/103	74/103	74/123	74/144	144/123	114/144	134/144
Superf. entrada de luz en m²	0,21	0,28	0,36	0,44	0,55	0,66	0,93	1,12	1,36
Superf. planta en m²	2	2-3	3-4	4-5	6-7	9	11	13	

⓫ Cálculo del tamaño de las ventanas en función de la superficie en planta



⓬ Fachada con tragaluces integrados y chapa de metal perforado antepuesta
Arqs.: Kister Scheithauer Gross

LUCERNARIOS Y CÚPULAS TRANSPARENTES

Para iluminar y ventilar locales, pabellones, cajas de escaleras, etc., se pueden utilizar cúpulas, claraboyas, casetones transparentes o translúcidos, válvulas para salida de humos y celosías con elementos fijos y móviles. Si las cúpulas transparentes se orientan al norte, se evita la entrada directa de rayos solares y, por consiguiente, el posible deslumbramiento → ❹. También la mayor o menor altura del zócalo condiciona la inclinación de los rayos directos de sol y, por lo tanto, el deslumbramiento → ❶. Las claraboyas con abertura de ventilación han de orientarse en sentido opuesto a la dirección del viento dominante, para aprovechar la succión del viento. La abertura de entrada ha de ser un 20 % más pequeña que la de salida. Mediante una ventilación forzada con ventiladores situados en el zócalo puede alcanzarse una potencia de extracción de 150 a 1.000 m³/h → ❷. Las cúpulas transparentes también pueden utilizarse como acceso a la cubierta.

En las instalaciones de extracción de humos debe prestarse especial atención a la aerodinámica de la superficie de extracción. Girando los extractores cíclicamente 90°, se cubren las influencias del viento en todas las direcciones. La disposición sotavento-barlovento debe emplearse cuando las parejas de ventiladores se colocan a favor o en contra de la dirección dominante del viento.

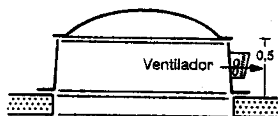
En las cajas de escaleras de más de cuatro pisos se exigen aberturas para la extracción de humos.

Diferentes medidas de lucernarios, sin necesidad de construir elementos especiales, hasta 5,5 m, y en casos especiales hasta 7,5 m. Existen diferentes sistemas de iluminación cenital que ofrecen una iluminación difusa, sin deslumbramiento, del espacio interior → ❿. Las claraboyas tipo *shed* con hilaza de vidrio, garantizan todas las ventajas de las naves con este tipo de cubierta. Las cubiertas planas convencionales pueden transformarse en cubiertas *shed* mediante superposiciones especiales → ⓭.



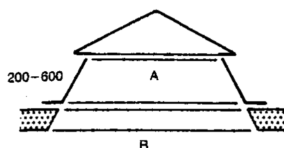
0,6 × 0,6 0,8 × 0,8 0,9 × 0,9 1 × 1 1 × 2 1,2 × 1,2 1,2 × 1,8	1,2 × 2,4 1,25 × 2,5 1,5 × 1,5 1,5 × 1,8 1,5 × 2,4 1,8 × 1,8	1,8 × 2,4 1,8 × 2,7 1,8 × 3 2,2 × 2,2 2,5 × 2,5
Claraboyas circ.: Ø 60, 90, 100, 120, 150, 180, 220, 250		

❶ Claraboya "normal" (en m)



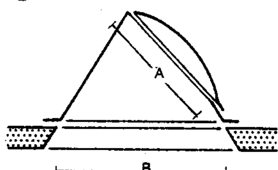
0,5 × 1	1 × 1	1,2 × 1,5
0,5 × 1,5	1 × 1,5	1,2 × 2,4
0,6 × 0,6	1 × 2	1,5 × 1,5
0,6 × 0,9	1 × 2,5	1,5 × 3
0,6 × 0,9	1 × 3	1,8 × 2,7

❷ Claraboya con zócalo alto (en m)



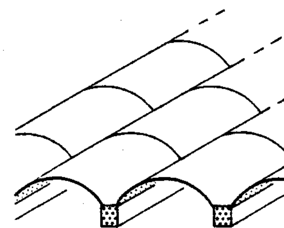
A	B	A	B
0,4	0,6 × 0,6	1,6	1,8 × 1,8
0,7	0,9 × 0,9	1,7	2 × 2
0,8	1 × 1	2,2	2 × 2,2
1	1,2 × 1,2	2,3	2,5 × 2,5
1,3	1,5 × 1,5	2,4	2,7 × 2,7

❸ Claraboya piramidal (en m)

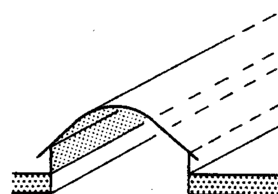


A = Paso de luz	B = Hueco forjado
0,72 × 1,2 × 1,08	1,25 × 1,25
0,72 × 2,45 × 2,3	1,25 × 2,5
0,75 × 1,16 × 0,76	1,5 × 1,5

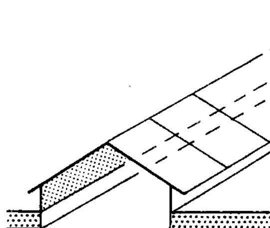
❹ Claraboya orientada al norte



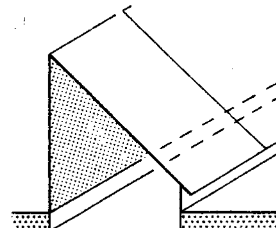
❺ Banda de iluminación cenital



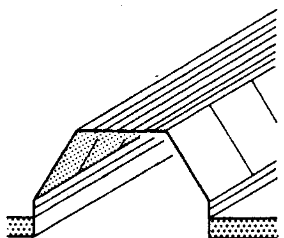
❻ Lucernario abovedado



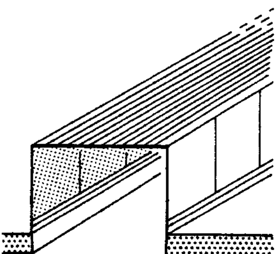
❼ Lucernario a dos aguas



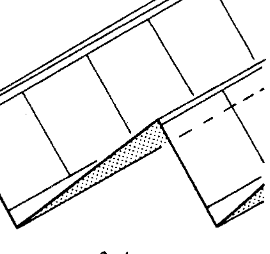
❽ Lucernario de pendiente única



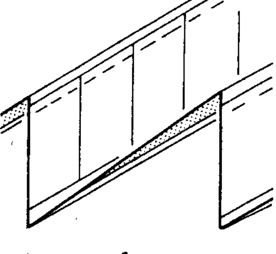
❾ Linterna con aberturas inclinadas



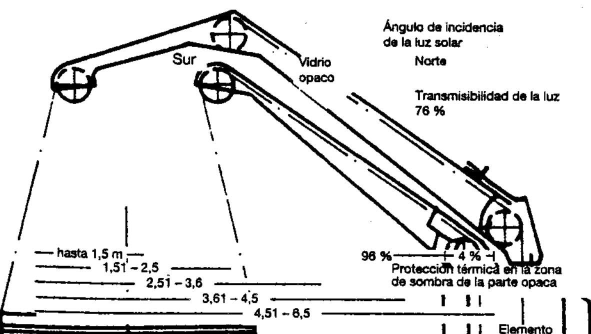
❿ Linterna vertical



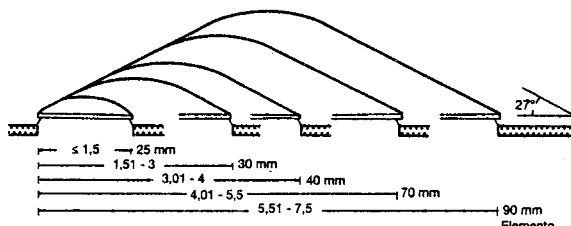
⓫ *Shed* a 60°, *shed* inclinado



⓬ *Shed* a 90°, *shed* vertical



⓭ Lucernario tipo *shed* de planchas de poliéster reforzado con fibra de vidrio



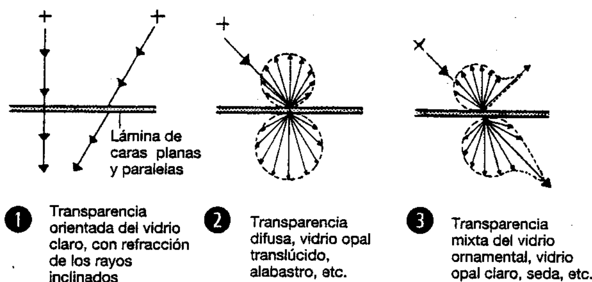
⓮ Elementos de dos capas para lucernarios

Elementos constructivos

VENTANAS

Disposición
Exigencias
Tipos de abertura
Protección térmica
Protección acústica
Limpieza del edificio
Tragaluces
Lucernarios

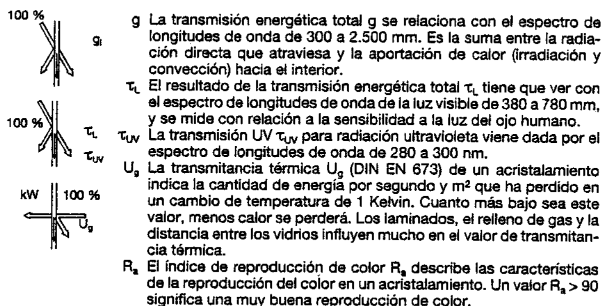
véase también:
Luz natural,
pág. 497 y ss.



❶ Transparencia orientada del vidrio claro, con refracción de los rayos inclinados
❷ Transparencia difusa, vidrio opal translúcido, alabastro, etc.
❸ Transparencia mixta del vidrio ornamental, vidrio opal claro, seda, etc.

Material	Difusión	Grosor mm	Reflexión %	Trans-parencia %	Absor-ción %
Vidrio claro	ninguna	2 - 4	6 - 8	90 - 92	2 - 4
Vidrio espejado	ninguna	3,2 - 5,9	7 - 24	57 - 90	3 - 21
Vidrio armado	ninguna	1,75 - 3,1	7 - 20	63 - 87	4 - 17
Vidrio crudo	ninguna	1,75 - 3,1	6 - 16	77 - 89	3 - 11
Porcelana	buena	3	72 - 77	2 - 8	20 - 21
Mármol, pulido	buena	7,3 - 10	30 - 71	3 - 8	24 - 65
Mármol impregnado	buena	3 - 5	27 - 54	12 - 40	11 - 49
Alabastro	buena	11,2 - 13,4	49 - 67	17 - 30	14 - 21
Cartón, débilm. impregnado	buena		69	8	23
Pergamino, sin teñir	buena		48	42	10
Pergam. tint. amarillo claro	buena		37	41	22
Pergam. tint. amarillo oscuro	buena		36	14	50
Seda, blanca	bast. buena		28 - 38	61 - 71	1
Seda de color	bast. buena		5 - 24	13 - 54	27 - 80
Resopal, tintado	buena	1,1 - 2,8	32 - 39	20 - 36	26 - 48

❹ Propiedades luminotécnicas de los materiales transparentes y translúcidos → pág. 507 ❷, pág. 516 ❼



g La transmisión energética total g se relaciona con el espectro de longitudes de onda de 300 a 2.500 mm. Es la suma entre la radiación directa que atraviesa y la aportación de calor (irradiación y convección) hacia el interior.

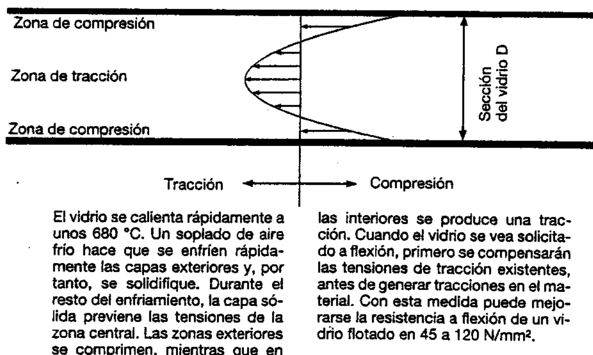
τ_L El resultado de la transmisión energética total τ_L tiene que ver con el espectro de longitudes de onda de la luz visible de 380 a 780 mm, y se mide con relación a la sensibilidad a la luz del ojo humano.

τ_{UV} La transmisión UV τ_{UV} para radiación ultravioleta viene dada por el espectro de longitudes de onda de 280 a 300 nm.

U_g La transmitancia térmica U_g (DIN EN 673) de un acristalamiento indica la cantidad de energía por segundo y m² que ha perdido en un cambio de temperatura de 1 Kelvin. Cuanto más bajo sea este valor, menos calor se perderá. Los laminados, el relleno de gas y la distancia entre los vidrios influyen mucho en el valor de transmitancia térmica.

R_a El índice de reproducción de color R_a describe las características de la reproducción del color en un acristalamiento. Un valor $R_a > 90$ significa una muy buena reproducción de color.

❺ Los datos técnicos lumínicos y energéticos vienen dados por la norma DIN EN 410



El vidrio se calienta rápidamente a unos 680 °C. Un soplado de aire frío hace que se enfríen rápidamente las capas exteriores y, por tanto, se solidifique. Durante el resto del enfriamiento, la capa sólida previene las tensiones de la zona central. Las zonas exteriores se comprimen, mientras que en las interiores se produce una tracción. Cuando el vidrio se vea solicitado a flexión, primero se compensarán las tensiones de tracción existentes, antes de generar tracciones en el material. Con esta medida puede mejorarse la resistencia a flexión de un vidrio flotado en 45 a 120 N/mm².

❻ Características de vidrios templados pretensados o parcialmente pretensados

Materiales transparentes, permeables a la luz

Para determinar las dimensiones, la coloración, los tamaños del hueco de luz y la iluminación de los espacios es importante conocer la transparencia del material, la dispersión y el reflejo, para así obtener el efecto artístico y económico deseado.

Se diferencia entre **materiales refractantes**, con un reflejo direccionado, totalmente difuso y con un reflejo parcialmente difuso, y los **materiales transparentes** con transparencia dirigida → ❶, difusa → ❷ y mixta → ❸.

Observación: los **vidrios mate** con esmerilado en su cara interior (preferible, porque se ensucian menos) absorben menos luz que el vidrio esmerilado en su cara exterior.

Vidrio

Información de los fabricantes:
www.flachglas-markenkreis.de (manual del vidrio, en alemán)
www.saint-gobain-glass.com
Centro de Información Técnica del Vidrio (Paseo de la Castellana, 77, 8°, 28046 Madrid)

Fabricación

Tras un proceso mecánico, el vidrio estirado está listo para ser utilizado sin necesidad de manipulaciones posteriores. El vidrio es claro, transparente, incoloro y de grosor homogéneo. Las superficies de ambas caras son planas y pulidas al fuego. La constitución básica de los vidrios flotantes puede variar levemente según el origen de las materias primas utilizadas, pero ello no produce prácticamente ninguna diferencia en los valores físicos del material. Según la DIN EN 572-1, los valores cromáticos y de permeabilidad a la luz y la energía pueden constituir una excepción. Para la fabricación de vidrio de color se utilizarán aditivos de óxidos metálicos adecuados a la coloración deseada, aunque la gama cromática que se consigue es muy limitada. Es posible obtener un mayor surtido de colores y motivos con técnicas de esmerilado, que se realizan en forma de serigrafiado, aunque esta técnica solo puede utilizarse en vidrios templados.

Las superficies vidriadas con más de 10° de pendiente en vertical se consideran superficies de cubierta (tragaluces) por las cargas adicionales que se producen (peso propio, nieve, agua y climatológicas), por lo que debe aplicarse el reglamento técnico para el uso de acristalamientos lineales.

Características

Se considera que el vidrio es un líquido enfriado, un material quebradizo que, a pesar de ello, funciona bien a compresión. Sin embargo, a tracción soporta 1/10 de las cargas a compresión. Si se sobrepasan los límites elásticos, ya sea mediante tensiones térmicas o mecánicas, el material se quiebra. El vidrio normal se quiebra en trozos afilados de diferentes tamaños que pueden ser un peligro para las personas.

Las características del vidrio pueden modificarse, según las exigencias necesarias, mediante diferentes procesos.

Los tratamientos térmicos posteriores de los vidrios aportan una tensión base en el vidrio que aumenta su resistencia a tracción y a compresión → ❻. En caso de rotura, el pretensado del vidrio hace que se rompa en pequeños trozos romos (vidrio de seguridad simple).

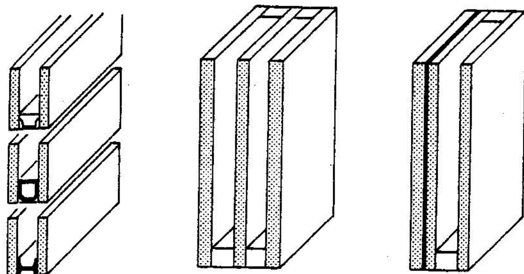
Los laminados permiten definir la transparencia y/o refracción de longitudes de onda determinadas (p. ej., en el caso de vidrios con protección térmica).

Es posible montar dos o más vidrios con una capa intermedia de diversas funciones.

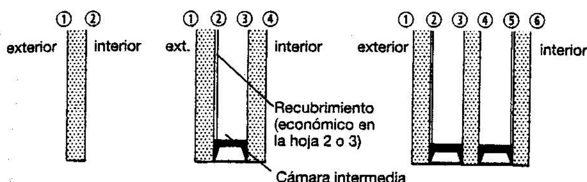
Las membranas resistentes a rajaduras pueden evitar la caída de trozos de vidrio (vidrio de seguridad → pág. 118 → ❹), y mayor número de capas posibilitan obtener un vidrio de seguridad antirrobo.

Las capas intermedias pueden imprimirse para conseguir una gran variedad de creaciones de color y gráficas.

Los rellenos especiales de gel permiten evitar el la radiación térmica a su través (acristalamientos resistentes al fuego → pág. 123).



❶ Los vidrios aislantes se componen de dos o tres capas. Pueden alterarse sus características con diferentes combinaciones de recubrimientos y vidrios laminados



❷ Especificación de las caras de los vidrios para la ubicación de los recubrimientos

Clase de vidrio	Grosor exterior del vidrio (mm)	Transmisión luminosa τ_L (%)	Reflexión exterior de luz R_{LA} (%)	Transmisión total energética g (%)
Vidrio flotado exterior THERMOPLUS® S3 en posición 3	4 6 8 10	80 79 78 77	13 13 12 12	61 59 57 56

❸ Valores energéticos y lumínicos del vidrio térmico aislante con diferentes grosores de vidrios exteriores y recubrimientos en el vidrio interior (posición 3) Vidrio interior: vidrio flotante claro de 4 mm de grosor [06]

Clase de vidrio	Grosor exterior del vidrio (mm)	Transmisión luminosa τ_L (%)	Reflexión exterior de luz R_{LA} (%)	Transmisión total energética g (%)
Vidrio flotado exterior THERMOPLUS® S3 en posición 2	4 6 8 10	80 79 78 78	14 14 14 14	59 57 56 55

❹ Valores energéticos y lumínicos del vidrio térmico aislante con distintos grosores de vidrios recubiertos exteriores (posición 2) Vidrio interior: vidrio flotante claro de 4 mm de grosor [06]

Tipo de vidrio		Transmisión luminosa τ_L(%)	Transmisión energética total g (%)	Valor U_g (W/m^2K) según DIN EN 673 SZR 12 mm	14 mm	16 mm	Reflexión luminosa exter.	inter.	Transmisión U_V τ_{UV} (%)	Absorción A_{Ea} (%)	Reproducción de color general R_A
Azul	50/27	50	28	1,2	1,1	1,1	19	19	6	39	95
	70/35	70	37	1,2	1,1	1,1	16	17	11	29	97
	66/33	66	36	1,2	1,1	1,1	16	18	11	32	94
Brillante	50/25	50	27	1,2	1,1	1,1	19	20	7	42	92
	40/22	40	23	1,2	1,1	1,1	20	22	7	44	91
	30/17	30	19	1,2	1,1	1,1	26	17	6	47	88
Neutro	70/40	71	43	1,3	1,2	1,1	10	11	18	31	95
Plata	50/30	50	32	1,2	1,1	1,1	39	33	17	28	94

❺ Vidrio aislante con protección solar y relleno de argón Infrastop®, construcción de los vidrios 6 (16) 4 mm. Datos técnicos y físicos según radiación perpendicular [06]

Vidrio aislante de dos hojas

El vidrio aislante estándar tiene dos hojas de vidrio cuyos bordes están unidos entre sí con un espaciador que las cierra de forma estanca al aire y a los gases.

Gracias a los recubrimientos especiales puede conseguirse una mejora notable del coeficiente de transmitancia térmica de los vidrios. Estos vidrios aislantes térmicos o acústicos sustituyeron el uso de vidrios aislantes sin recubrimientos debido a sus altos coeficientes de transmitancia térmica. Solo en casos aislados la ejecución de dos vidrios aislantes normales permite un cálculo según el reglamento de protección térmica alemana (EnEV).

En la actualidad, las propiedades ópticas y los valores físicos de los tipos de vidrio deben tomarse de los catálogos de los fabricantes de vidrio. Las combinaciones de vidrio armado y fundido coloreados sufren tales tensiones cuando el sol incide sobre ellos que incluso podrían llegar a provocar su rotura, por lo que deberían evitarse. Además, para todos los tamaños de vidrios y los tipos de construcciones de vidrios aislantes deben tenerse en cuenta todas las normas DIN, los manuales técnicos de vidrios montados linealmente y de vidrios de seguridad contra caídas, así como las normas de acristalamientos y sobre los lugares de trabajo.

Solo deben utilizarse productos que cuenten con todas las aprobaciones pertinentes para productos de construcción.

Vidrio aislante con protección térmica

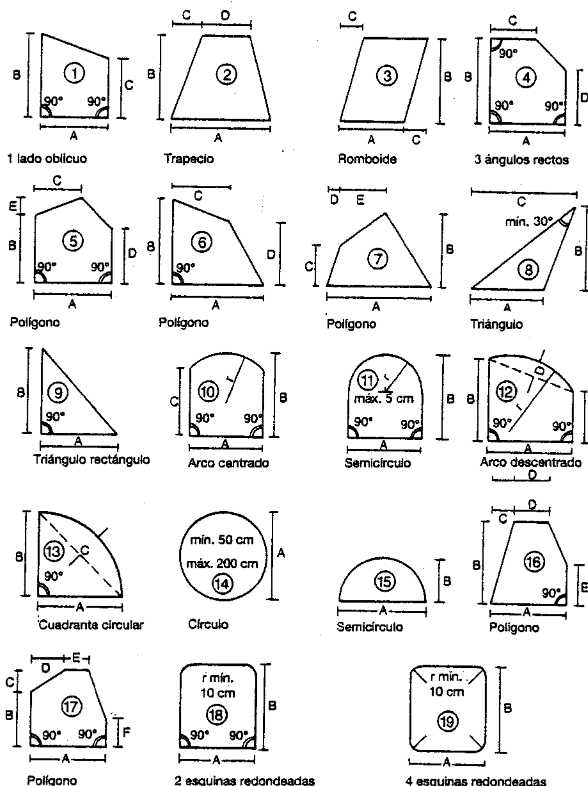
Los vidrios aislantes con protección térmica son de apariencia neutra y se parecen a los vidrios aislantes normales. Los bajos coeficientes de transmitancia térmica (valor U_g) se consiguen mediante recubrimientos con metales nobles en la posición 3. Puesto que estos recubrimientos de los vidrios aislantes son de baja emisión, normalmente se los considera de baja emisividad. Con diferentes rellenos de gases nobles se consiguen mejoras del coeficiente de transmitancia térmica. Estos vidrios poseen una alta transmisión lumínica y energética para aprovechar al máximo la radiación solar y la energía pasiva. Si el recubrimiento térmico se aplica en la posición 2, las pérdidas totales de energía disminuyen. Se pueden notar algunas diferencias visuales, sobre todo si se colocan junto a otro tipo de ventanas.

Vidrio aislante con protección solar

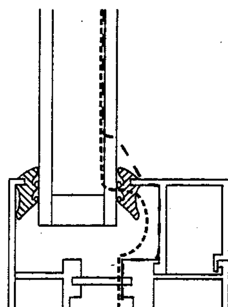
El vidrio con protección solar se distingue por tener una alta transmisión lumínica y, al tiempo, bajas pérdidas de energía. Las ganancias de energía pasiva por la radiación solar son bajas. Todo ello es posible gracias a un recubrimiento finísimo, a base de metales nobles, colocado en la cámara intermedia entre ambos vidrios. Además de la buena protección de la radiación, este vidrio cumple (según DIN EN 673) todos los requisitos que actualmente se exigen para vidrios aislantes de alta calidad. Por lo general, los vidrios con protección solar se denominan con un valor que primero muestra el porcentaje de transmisión lumínica y después la transmisión energética. En el mercado existen vidrios con protección solar de distintos colores y grados de reflexión en el exterior.

Para la elección del color adecuado del vidrio deben pedirse muestras al fabricante. Por motivos de fabricación, no es posible una regularidad total del color exterior, en especial cuando se trata de pedidos posteriores a la obra. Con vidrios altamente reflectantes, este efecto de espejo puede sufrir algunas distorsiones.

Al mirar del interior hacia el exterior, la reproducción de los colores no es fiel a la realidad. Cuando se tiene una ventana abierta al lado puede percibirse una pequeña diferencia de tono, que puede aumentar según el tipo de protección solar del vidrio.

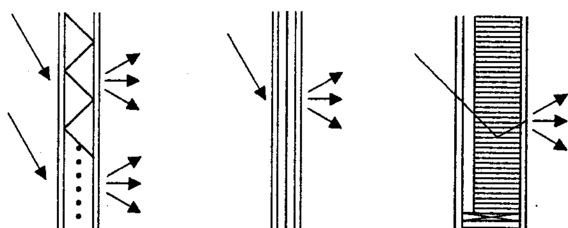


❶ Ejemplos de formas de suministro de vidrio aislante



La ilustración muestra esquemáticamente las isotermas (curvas con la misma temperatura) en el caso de un vidrio aislante con un borde térmicamente optimizado, en comparación con un espaciador convencional de aluminio o acero. Puede verse claramente que, con el espaciador mejorado, la isoterma se sitúa mucho más cerca del borde del vidrio, lo que significa que, en el interior, está más caliente y se produce una condensación menor

❷ Recorrido del calor entre el marco y el vidrio en ventanas altamente aisladas [06]



❸ Enrejado, malla, membrana punteada, persianas **Vidrios con cámara intermedia**

❹ Con láminas transparentes, translúcidas y de color adheridas al vidrio **Vidrio de seguridad compuesto**

❺ Sistema capilar entre vidrios, difusor lumínico, bajos valores U_g **Aislamiento térmico translúcido**

Deben dibujarse las formas especiales de los vidrios mediante esquemas con medidas, según el sistema adjunto. En el caso de formas angulosas (de menos de 30°), debe achaflanarse la punta al menos 10 mm. Deben evitarse los formatos de vidrios muy pequeños (≤ 60 cm de longitud), pues existe un alto riesgo de rotura y el sellado perimetral puede perder su capacidad de estanquidad por la baja elasticidad de los vidrios → ❶.

Espaciadores térmicamente mejorados

Los espaciadores térmicamente mejorados han cobrado mayor importancia debido al reglamento alemán de ahorro energético (EnEV) y a unas normas cada vez más exigentes. En el marco del nuevo cálculo de comprobación definido en la EnEV, es posible considerar las capacidades térmicas de los espaciadores. No obstante, estas mejoras no aparecen en los valores U_g, sino que serán consideradas adicionalmente de transmitancia relacionada al perímetro ψ.
Con este aislamiento térmico mejorado en el espacio crítico entre el vidrio y el marco, las temperaturas interiores son más altas que utilizando un espaciador de aluminio convencional. Gracias a ello, apenas se genera condensación, que generalmente se produce por una humedad elevada en los espacios más fríos → ❷. Además, en el caso de ventanas con marcos de madera se reducirán los efectos dañinos de la humedad o el riesgo de aparición de moho y hongos.

Conducción de luz y protección solar en la cámara intermedia

En la cámara intermedia pueden integrarse diversos sistemas de conducción de luz → ❸, como elementos conductores de luz fijos que utilizan la reflexión o refracción de luz para lograr una luz difusa en el interior de la estancia, y filtrar la luz solar directa o dirigirla al fondo de un espacio según la posición del sol.
Las lamas fijas, regulables o plegables están protegidas de la suciedad o de daños si se colocan entre los dos paños de vidrio, y pueden accionarse manual o eléctricamente (con un motor). Los vidrios deben ser vidrios simples de seguridad (VSS), pues pueden producirse tensiones elevadas debidas al calor. El grosor de la cámara intermedia varía entre 20 y 27 mm.

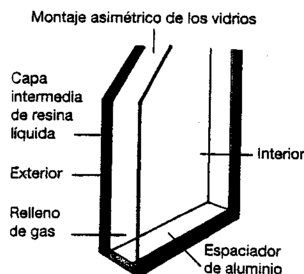
Aislamiento térmico en la cámara intermedia

El aislamiento térmico transparente (ATT) → ❺ posibilita un aislamiento térmico y una transmisión de calor elevados. Estos sistemas son más o menos difusores de luz. Se utilizan tubos de vidrio o de plástico, colocados en perpendicular a la superficie de un paño de vidrio, que reflejan la luz hacia el interior y evitan la convección de aire en caso de grandes separaciones entre las hojas de la unidad de vidrio aislante. Por sus métodos de fabricación, los vidrios de múltiples hojas o los rellenos con partículas de espuma tienen una mayor reflexión de calor hacia el exterior. En verano, los elementos de ATT necesitan una sombra eficiente. Se colocan principalmente delante de muros colectores de calor.

Recubrimientos autolimpiantes en la cara exterior

Distintos fabricantes de vidrios ofrecen recubrimientos autolimpiantes en la posición 1 (→ pág. 117) de los vidrios aislantes.
Este recubrimiento produce pequeños cambios de color e influye, aunque levemente, en los valores lumínicos y energéticos estandarizados. Pueden aplicarse sobre vidrios aislantes térmicos, vidrios con protección solar y sobre placas de fachada, pero siempre consultando con el fabricante. En todo caso, deben cumplirse las instrucciones de limpieza que indica este último.

1. Peso de la unidad de vidrio: a mayor peso del vidrio, mayor su aislamiento acústico.
2. A mayor elasticidad del vidrio (p. ej., un compuesto con resina), mayor su aislamiento acústico.
3. Los grosores de los vidrios exteriores e interiores deben ser distintos; a mayor diferencia, mayor su aislamiento acústico.



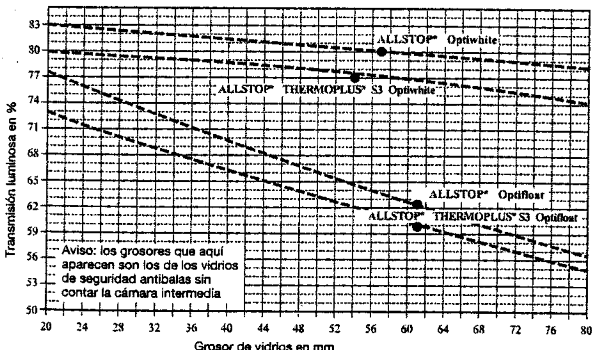
❶ Mejora de las cualidades acústicas del vidrio aislante

C	– Tráfico en carreteras – Tráfico de trenes de velocidad media y alta – Aviones a propulsión a corta distancia – Fábricas que emiten frecuencias medias y altas
C_{tr}	– Tráfico de trenes de baja velocidad – Aviones a hélice – Aviones a propulsión a grandes distancias – Música de discoteca – Fábricas que emiten frecuencias bajas y medias

❷ Valores de adecuación de C y C_{tr} para la medida de aislamiento acústico R_w en situaciones acústicas especiales, según DIN EN ISO 717-1
C100-5.000 y/o Ctr 100-5.000 simbolizan un espectro de frecuencia ampliado

Tipo	R_w (dB)	C	C_{tr}	C 100-5.000	C_{tr} 100-5.000	Construcción (mm)	Grosor (mm)	Peso kg/m²
28/37	37	-2	-5	-1	-5	8(16)4	28	30
30/38	38	-2	-6	-1	-6	10(16)4	30	35
28/38 V	38	-2	-6	-1	-6	4(16)8 VSG	28	30
30/38 X	38	-2	-6	-1	-6	4(16)10 VSG	30	35
30/38 V	38	-3	-7	-2	-7	6(16)8 VSG	30	35
29/39 L	39	-1	-5	0	-5	4(16)8,8 L	29	30
32/40 V	40	-2	-6	-1	-6	6(16)10 VSG	32	40
31/41 L	41	-3	-7	-2	-7	6(16)8,8 L	31	35
33/42 L	42	-3	-7	-2	-7	8(16)8,8 L	33	40
33/43 L	43	-3	-7	-2	-7	8(16)9,1 L	33	40

❸ Valores de protección acústica y de corrección para vidrios Phonstop®. Valores U_g de Phonstop® TH-SN 1,2 W/m²K y Phonstop® TH S3 1,1 W/m²K según DIN EN 673 [06]



❹ Tabla con las clases de seguridad de vidrio antibalas con y sin vidrio blanco [06]

Vidrio de protección contra impactos DIN 52290-3 DIN 52290-4	DIN EN 356	Ventanas de protección contra impactos, puertas DIN V ENV 1627	según el reglamento alemán de seguridad de protección contra daños VdS	Caja UVV
A1	P2A	-	-	-
A2	P3A	-	-	P3A
A3	P4A	WK 2	EH01	-
-	P5A	WK 3	EH02	-
B1	P6B	Wk 3-4	EH1*	-
B2	P7B	WK 5	EH2*	P7B
B3	P8B	WK 6	EH3*	-

* Es necesaria la certificación de VdS.

❺ Clases de seguridad según el reglamento de las aseguradoras (esta tabla sirve solo como orientación). Deberán comprobarse los valores necesarios para cada caso

VIDRIO DE SEGURIDAD Y DE PROTECCIÓN ACÚSTICA

Aislamiento acústico

Todos los vidrios aislantes térmicos y aquellos con protección solar pueden tener además la función de protección acústica, con sus respectivas medidas adicionales que pueden influir en la transmisión de luminosidad, en el valor g y en el valor U_g. Estos cambios de valores deben considerarse en la documentación de protección térmica según el EnEV.

Como ejemplo, pueden adoptarse las siguientes medidas adicionales, según los valores de aislamiento acústico deseado: resina líquida, relleno de gases pesados, vidrio compuesto con membrana aislante acústica, etc.

En los manuales de vidrio de cada fabricante se refieren los valores de aislamiento acústico para todas las combinaciones; estos datos deberán tomarse en consideración a la hora de hacer el proyecto, y solo pueden utilizarse productos con todos sus certificados.

Clases de aislamiento acústico en ventanas → pág. 112 ⓭ y 398.

Además del coeficiente de aislamiento acústico R_w, en la norma DIN EN ISO 717-1 se definen los valores adaptables del espectro sonoro, con los que puede adaptarse el valor R_w a la sensación auditiva subjetiva de distintas situaciones de ruido → ❷.

Vidrios de seguridad

Las exigencias para estos tipos de acristalamiento hacen que sean pesados paquetes de vidrio, por lo que el vidrio tomará una tonalidad verdosa, que puede reducirse utilizando vidrio blanco; también es posible combinarlo con vidrio aislante térmico y de protección solar.

Protección contra robos (zonas privadas) DIN EN 356

Incluyen vidrios de seguridad para clientes privados, para disuadir a los ladrones y hasta acristalamientos de alta calidad antirrobo, según el reglamento alemán de seguridad de protección contra daños VdS. Para ello sirven los vidrios de seguridad, compuestos de al menos dos vidrios unidos entre sí por una membrana de plástico altamente resistente.

Protección contra robos (uso comercial) DIN EN 356

En estos casos puede conseguirse el efecto protector solo con múltiples capas compuestas por vidrios de diferentes grosores y capas de membranas plásticas. Si debe utilizarse el vidrio de seguridad en el ámbito fijado por una aseguradora, regirá el reglamento alemán de seguridad de protección contra daños VdS y las clases de resistencia antirrobo serán clasificadas como EH1, EH2 y EH3.

Protección antibalas (según DIN 52290-2)

Según la norma europea se describen las siguientes categorías de resistencia BR (según DIN 52290-2):

Clase BR 1:	escopeta .22
Clase BR 2 (C1):	arma de fuego corta 9 mm
Clase BR 3 (C2):	arma de fuego corta .357 Magnum
Clase BR 4 (C3):	arma de fuego corta .44 Magnum
Clase BR 5:	escopeta 5,56 × 45
Clase BR 6 (C4):	escopeta 7,62 × 51 munición estándar
Clase BR 7 (C5):	escopeta 7,62 × 51 munición de punta dura
Clase SG 1:	fusil calibre 12/70 (1 tiro)
Clase SG 2:	fusil calibre 12/70 (3 tiros)

Estos vidrios pueden fabricarse con la denominación (en el interior) "ruptura sin desprendimiento de fragmentos".

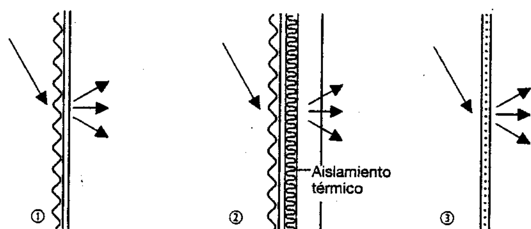
El acristalamiento de las cajas de banco debe ejecutarse según las disposiciones de la mutua de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales responsable de los profesionales administrativos. Las soluciones técnicas que aparecen en la documentación informativa de dicha mutua no excluyen otras soluciones igualmente seguras.

Protección contra explosiones de bombas

Estos vidrios (según DIN EN 13123, con medidas máximas de 900 × 1.100 mm y fijadas en todos los lados por anclajes) deben construirse según sus certificados o, en caso contrario, deben comprobarse individualmente.

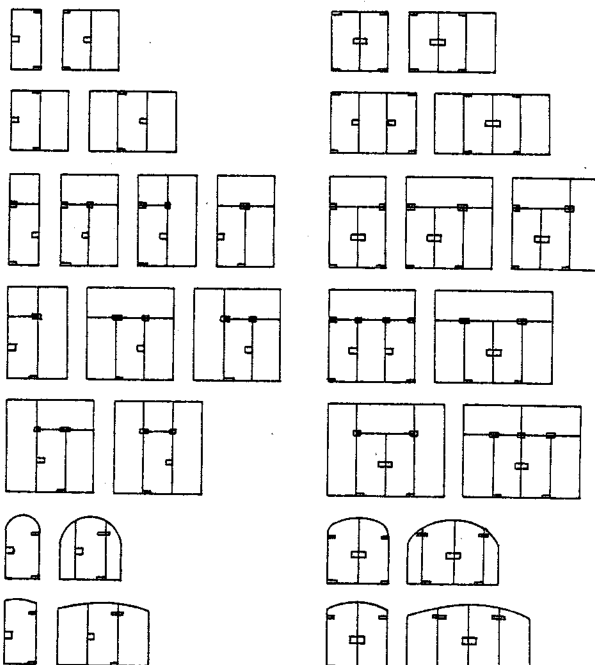
DIN EN ISO 717-1
DIN EN 356
DIN EN 1063
DIN EN 13123

DIN EN 410



① Superficies de vidrio fundido, p. ej., ornamentales
② Perfiles de vidrio fundido
③ Vidrio fundido con estructura amorfa, superficie áspera, transparente, translúcida

❶ Efecto refractor y distanciador luminoso de vidrios fundidos



❷ Puertas de vidrio de una hoja — Puertas de vidrio de dos hojas

Tipo de vidrio DELODUR®	Grosor de vidrio mm	Medidas máximas cm x cm	Tolerancia del grosor mm
Brillante, gris, bronce, Optiwhite	10 12	244 x 510 244 x 510	0,3 0,3
Verde	8 10	244 x 510 244 x 510	0,3 0,3
Struktur 200 Mastergläser	8 10	194 x 425 194 x 425	0,5 0,5
Bambú, chinchilla brillante/bronce	8	175 x 425	0,5

❸ Medidas máximas posibles por motivos de fabricación de vidrios templados de puertas de vidrio (paños superior y laterales) [06]

	Tamaño en 1/1 G mm x mm	Tamaño en 2/2 G mm x mm	Tamaño en 3/3 G mm x mm
Dimensión exterior máx. hoja estándar	709 x 1.972 709 x 2.097	834 x 1.972 834 x 2.097	959 x 1.972 959 x 2.097
Medida del marco	716 x 1.983 716 x 2.108	841 x 1.983 841 x 2.108	966 x 1.983 966 x 2.108
Dimensión del hueco	750 x 2.000 750 x 2.125	875 x 2.000 875 x 2.125	1.000 x 2.000 1.000 x 2.125

❹ Medidas de puertas de vidrio DIN 18 111 [06]

VIDRIO ÓPTICO MODIFICABLE

Los vidrios que pueden cambiar sus capacidades de transmisión se clasifican en vidrios cambiantes y se fabrican de modo que reaccionan de forma automática a determinadas influencias (p. ej., vidrios termótropos). En los vidrios cambiantes siempre puede modificarse la transmisión lumínica cambiando el relleno de gas de la cámara intermedia o mediante corrientes eléctricas.

Vidrios termótropos

Estos vidrios compuestos reaccionan a los cambios de temperatura pasando de transparentes (transmisor lumínico) a opacos (refractor de luz). Esto ocurre gracias una mezcla de dos componentes con distintas características refractoras y diferentes ajustes de su estructura según la temperatura. En este caso se modifica la refracción (reversible) en la capa.

Vidrios electrocromáticos

En estos vidrios se modifica la transmisión mediante una tensión en la capa reactiva. En espacios interiores puede lograrse con cristales líquidos en la cámara intermedia entre los vidrios (las membranas de CL funcionan sin problemas entre – 40 y + 40 °C), mientras que otros sistemas utilizan cualidades de otros materiales mediante la toma y/o la entrega de iones (mediante una tensión) que modifican su transmisión lumínica y coloración. Estos vidrios son adecuados para acristalamientos exteriores.

VIDRIO FUNDIDO

Características

Se denomina vidrio fundido (fabricado por colada continua) a aquel en cuya fabricación mecánica la masa de vidrio fundido se hace pasar por unos rodillos que le dan la superficie de acabado final. Este vidrio no es totalmente transparente.

El vidrio fundido se utiliza en espacios donde no se desea tener transparencia (baños, sanitarios). Los ornamentos de vidrio fundido se clasifican en: vidrio ornamental blanco y de color, vidrio crudo blanco, vidrio armado blanco y de color, y vidrio ornamental armado blanco y de color. Los vidrios armados ya no se clasifican como vidrios de seguridad. Se aceptan excepciones si se utilizan en tragaluces.

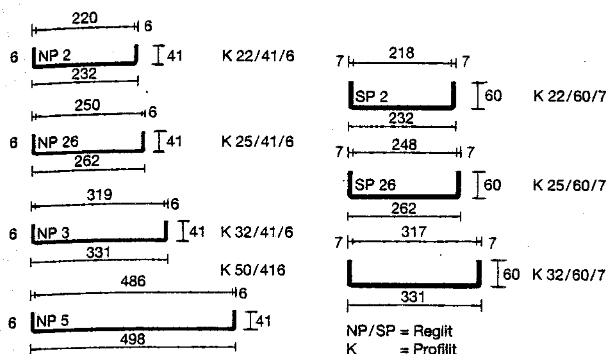
La mayor parte de los vidrios fundidos pueden fabricarse como vidrio templado, laminado y aislante. Por lo general, la cara impresa queda al exterior para asegurar bordes sin defectos. Por motivos de facilidad en la limpieza, en el caso de vidrio fundido con poca estructura se puede ubicar el lado impreso como capa intermedia. El vidrio fundido de color no puede combinarse con vidrio de color flotado, templado y laminado, ni tampoco con vidrios recubiertos para aislamiento térmico o protección solar.

PUERTAS VIDRIADAS

Puertas completamente acristaladas

Tamaños de las puertas según las medidas para bastidores DIN 18111 "Marcos de acero para puertas ensambladas de madera" → ❹; pueden instalarse en cualquier bastidor fabricado según esta norma. Las puertas se componen de vidrios templados. En caso de rotura, el vidrio se descompone en pequeños fragmentos sueltos. Por razones estructurales, el grosor normal es de 10-12 mm. En el mercado hay vidrios fundidos impresos, vidrios templados flotados o laminados aptos para la impresión gráfica y vidrios laminados (la parte imprimible es la membrana).

Las puertas completamente acristaladas se componen de una o más puertas de vidrio, paños laterales y superiores. Otras posibilidades: puertas correderas, plegables y con formas circulares. Se suministran en diversos colores y con diferentes marcos, en medidas estándar y especiales.



❶ U-glas - Secciones transversales según DIN EN 572-7

Altura de la parte superior del hueco sobre la cota del terreno	I hasta 8 m	I hasta 20 m	I hasta 100 m	II hasta 8 m	II hasta 20 m	II hasta 100 m	III hasta 8 m	III hasta 20 m	III hasta 100 m
Tipo de vidrio → ❶	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*
NP 2 K 22/41/6	2,67	2,11	1,8	3,19	2,52	2,15	3,77	2,98	2,55
NP 26 K 25/41/6	2,53	2	1,7	3,02	2,39	2,03	3,57	2,82	2,41
NP 3 K 32/41/6	2,27	1,8	1,53	2,72	2,15	1,83	3,21	2,54	2,17
NP 5 K 50/41/6	1,88	1,49	1,27	2,25	1,78	1,52	2,66	2,11	1,8
SP 2 K 22/60/7	4,22	3,33	2,84	5,04	3,98	3,4	5,96	4,71	4,02
SP 26 K 25/60/7	3,99	3,16	2,69	4,77	3,77	3,22	5,65	4,46	3,81
K 32/60/7	3,59	2,84	2,42	4,29	3,39	2,89	5,08	4,02	3,43

❷ Edificio (0,8 ·1,25 · g)

Altura de la parte superior del hueco sobre la cota del terreno	h/a = 0,25; - (1,5 · q) hasta 8 m	hasta 20 m	hasta 100 m	hasta 8 m	hasta 20 m	hasta 100 m	hasta 8 m	hasta 20 m	hasta 100 m	H/a = 0,5; - (1,7 · q) hasta 8 m	hasta 20 m	hasta 100 m	hasta 8 m	hasta 20 m	hasta 100 m	hasta 8 m	hasta 20 m	hasta 100 m
Glastyp → ❶	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*

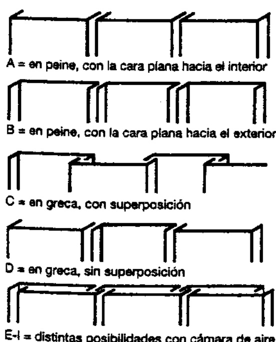
Altura de la parte superior del hueco sobre la cota del terreno	h/a = 0,25; - (1,5 · q)						H/a = 0,5; - (1,7 · q)					
	hasta 8 m	hasta 20 m	hasta 100 m	hasta 8 m	hasta 20 m	hasta 100 m	hasta 8 m	hasta 20 m	hasta 100 m	hasta 8 m	hasta 20 m	hasta 100 m
Glastyp → ❶	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*	L*
NP 2 K 22/41/6	2,18	1,72	1,47	3,08	2,44	2,08	2,05	1,62	1,38	2,9	2,29	1,95
NP 26 K 25/41/6	2,06	1,63	1,39	2,92	2,31	1,97	1,94	1,53	1,31	2,74	2,17	1,85
NP 3 K 32/41/6	1,85	1,47	1,25	2,62	2,07	1,77	1,74	1,38	1,17	2,46	1,95	1,66
NP 5 K 50/41/6	1,54	1,22	1,04	2,17	1,72	1,47	1,44	1,14	0,97	2,04	1,61	1,38
SP 2 K 22/60/7	3,44	2,72	2,32	4,87	3,85	3,28	3,23	2,56	2,18	4,57	3,62	3,08
SP 26 K 25/60/7	3,26	2,58	2,2	4,61	3,64	3,11	3,06	2,42	2,06	4,33	3,42	2,92
K 32/60/7	2,93	2,32	1,98	4,15	3,28	2,8	2,76	2,18	1,86	3,9	3,08	2,63

L* = Longitud de los perfiles (en m)

❸ Construcciones abiertas

Transmisión luminosa:	Acristalamiento simple	Hasta 89 %
	Acristalamiento doble	Hasta 75 %
Aislamiento acústico	Acristalamiento simple	Hasta 29 dB
	Acristalamiento doble	Hasta 41 dB
	Acristalamiento triple	Hasta 55 dB
Aislamiento acústico	Acristalamiento simple	U = 5,6 W/m²K
	Acristalamiento doble	NP U = 2,8 W/m²K
		SP U = 2,7 W/m²K

❹ Datos físicos



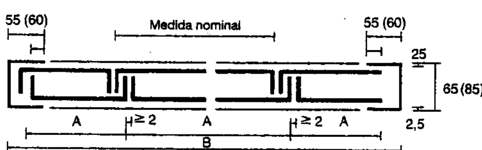
F
G
H
I

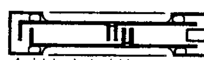
❺ Posibilidades de puesta en obra

PERFIL AUTOPORTANTE DE VIDRIO (U-GLAS)

U-glas es un tipo de vidrio colado fabricado con una sección en forma de U. Es translúcido, tiene su cara exterior impresa (Ornament 504) y cuenta con los distintivos de calidad de los vidrios colados. Apenas requiere mantenimiento. También puede emplearse para construir lucernarios y cajas de ascensor. Evita el deslumbramiento en el interior. Tipos especiales: Profilit-Bronce, Cascade, Topas, Amethyst. Los vidrios aislantes Regilit y Profilit "Plus 1,7" recubiertos con una capa de metálica alcanzan un coeficiente de transmisión de calor de 1,8 W/m²K.

Vidrio con control solar: tipos R-Ambar/ P-Antisol, ofrecen protección a los objetos sensibles al reflejar o absorber los rayos ultravioleta e infrarrojos. Reduce la transmisión de energía solar y disminuye el calentamiento producido en los acristalamientos sin reducir la transmisión luminosa. En instalaciones deportivas con riesgo de impacto de balones es preciso usar siempre Regilit SP2 o Profilit – K22/60/7 sin armadura (Seguridad al impacto de balones DIN 18 032). Regilit y Profilit presentan una resistencia al fuego PF30 según DIN 4102. Existen también perfiles normales y especiales con armado longitudinal de alambre.



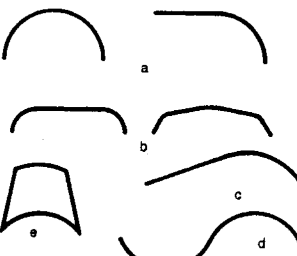


Acristalamiento sencillo

A = Med. nom. + junta
B = Medida exterior del bastidor (anchura)
H = Medida exterior del bastidor (altura)
L = Long. acristalam. = múltiplo de 25 cm
n = Número de perfiles
Cálculo de la anchura y la altura;
Anchura B = n · A + 5 cm;
Altura H = L + 4 cm

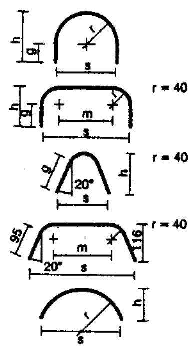
❻ Medidas de puesta en obra

Vidrio curvo



a) Formas curvas con o sin extremos rectos.
b) Formas con doble curvatura de igual o distinto radio.
c) Formas cónicas.
d) Curvatura en forma de S.
e) Curvaturas en forma de U o similares con o sin tramos rectos.

❼ Formas curvas



s	r	g	h	Desarrollo
80-300	40-150	0-100	40-190	126-501

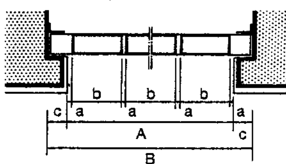
s	m	g	h	Desarrollo
100-340	20-260	0-100	40-140	146-506

s	g	h		Desarrollo
80-200	7-183	33-200		112-464

s	m			Desarrollo
160-340	20-200			308-488

s	h	R		Desarrollo
140-300	60-100	71-163		202-382

❽ Curvaturas posibles (en mm)

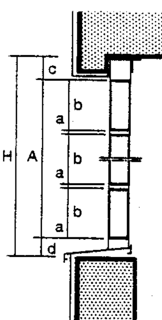


$A = n_1 \cdot b + n_2 \cdot a$
$B = A + 2 \cdot c$
$H = A + c + d$

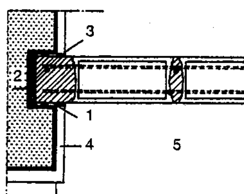
n_1 = número de piezas (b)
n_2 = número de juntas (a)

c = 8,5 cm
d = 6,5 cm

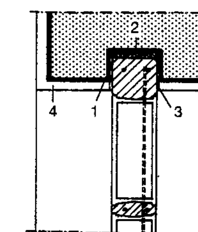
Fórmulas para la obtención del tamaño mínimo del hueco

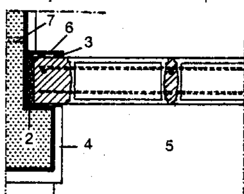


❶ Sistema de medidas para la puesta en obra del pavés

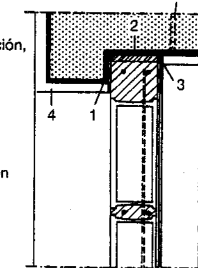


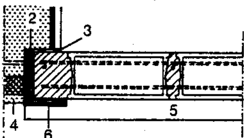
Montaje en una acanaladura perimetral





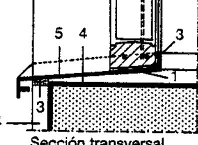
Montaje de un retranqueo interior





Montaje a ras de fachada con perfil en L

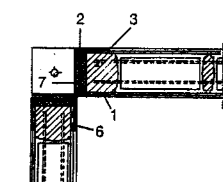
Planta



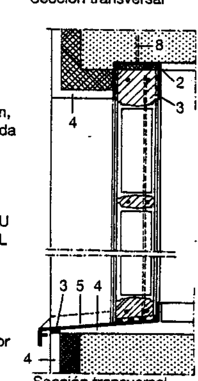
Sección transversal

1 Junta de deslizamiento
2 Junta de dilatación, p. ej., espuma rígida
3 Junta elástica
4 Revoco
5 Vierteaguas de aluminio
6 Perfil de sujeción en L
7 Anclaje o taco

❷ Propuestas de detalles constructivos



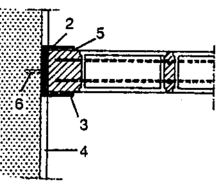
Detalle de esquina en planta



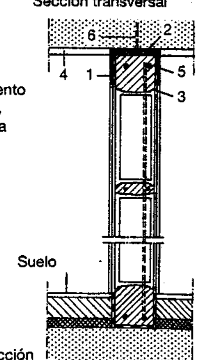
Sección transversal

1 Junta de deslizamiento
2 Junta de dilatación, p. ej., espuma rígida
3 Junta elástica
4 Revoco
5 Vierteaguas de aluminio
6 Perfil metálico en U
7 Perfil metálico en L
8 Anclaje o taco

❸ Montaje con perfil en U y aislamiento térmico exterior



Planta



Sección

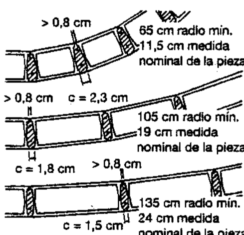
1 Junta de deslizamiento
2 Junta de dilatación, p. ej., espuma rígida
3 Junta elástica
4 Revoco
5 Perfil de sujeción en L
6 Anclaje o taco

❹ Encuentro con pared interior con perfiles en U

VIDRIO

PAVÉS

Se denomina pavés a elementos huecos de vidrio compuestos por dos láminas que se funden en una prensa. La cámara intermedia generada en este proceso es estanca al aire. Ambas caras pueden presentar superficies diversas, desde planas y transparentes hasta ornamentales y casi opacas. Las piezas de pavés se fabrican en diferentes tamaños, sin recubrir, recubiertas en su cara interior o exterior o a partir de una masa de vidrio pigmentada. Este material encuentra aplicación tanto en exteriores como interiores, p. ej., en paramentos permeables a la luz (también en gimnasios), ventanas, bandas de iluminación, antepechos de balcones y mamparas en terrazas. Resistencia al fuego de PF-60 o incluso PF-120, si el muro es doble y la superficie máxima de cada paño de pavés no rebasa 3,5 m² (ya sea vertical u horizontal). En DIN 4242 se contemplan las directrices para la colocación del pavés en elementos constructivos. Estos no pueden soportar cargas. Propiedades: buen aislamiento acústico y térmico, alto grado de transmisión luminosa (hasta 82 %), según la decoración desde transparente a traslúcido, dispersa la luz y no produce deslumbramientos, elevada resistencia a impactos. Aislamiento térmico de una pared de pavés: con mortero de cemento coeficiente U = 3,2 W/m²K, con mortero ligero U = 2,9 W/m²K, con pavés especiales hasta U_g = 1,5 W/m²K.



Radio mínimo R para piezas de 8 cm de grosor
Juntas < 1 cm no pueden armarse

Medida nominal de la pieza	11,5 cm	19 cm	24 cm
Anchura de junta c de 1,5 cm	200 cm	295 cm	370 cm
Anchura de junta c de 1,8 cm	95 cm	180 cm	215 cm
Anchura de junta c de 2,3 cm	65 cm	105 cm	135 cm

❺ Radio mínimo en paredes de pavés

	Dimensiones en mm	Peso en kg	Piezas por m²	Piezas por unidad	Palés
	115 × 115 × 80	1	64	10	1.000
	146 × 146 × 98 6" × 6" × 4"	1,8	42	8	512
	190 × 190 × 50	2	25	14	504
	190 × 190 × 80	2,3	25	10	360
	190 × 190 × 100	2,8	25	8	288
	197 × 197 × 98 8" × 8" × 4"	3	25	8	288
	240 × 115 × 80	2,1	32	10	500
	240 × 240 × 80	3,9	16	5	250
	300 × 300 × 100	7	10	4	128

❻ Dimensiones de elementos de pavés

Paredes de pavés sin armar

Aquellas paredes de pavés que cumplan las condiciones de la tabla → ❼ pueden construirse sin armadura. Para el armado de los bordes, considerar DIN 4242.

Disposición de las juntas	Grosor mm	Dimensión de la pared Lado menor m	Lado mayor m	Cargas de viento kN/m²
En retícula	≥ 80	≤ 1,5	≥ 1,5	≤ 0,8
Trabadas			≤ 6	

❼ Condiciones reglamentarias para paredes de pavés sin armar

Formato de las piezas mm	Índice de aislam. acúst. IAA	Grado de aislam. acúst. obtenido
190 × 190 × 80	- 12 dB	40 dB
240 × 240 × 80	- 10 dB	42 dB
240 × 115 × 80	- 7 dB	45 dB
300 × 300 × 100	- 11 dB	41 dB
Muro doble con 240 × 240 × 80	- 2 dB	50 dB

❶ Superficies de vidrio moldeado

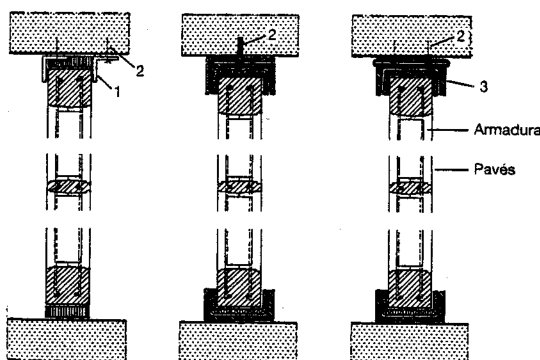
Clase de aislamiento acústico	R_w	alcanzable con ventanas de pavés en muros de
6	50 dB	doble hoja
5	45-49 dB	una hoja
4	40-44 dB	una hoja
3	35-39 dB	una hoja
2	30-34 dB	una hoja
1	25-29 dB	una hoja
0	25 dB	una hoja

❷ Clasificación de aislamiento acústico según la norma alemana VDI 2719 para ventanas

	Tipo de estancia	Valores permitidos de nivel de ruido exterior filtrado al interior Nivel medio*		Nivel máximo medio	
1	Salas de estar en apartamentos, dormitorios de hotel, dormitorios de hospitales y sanatorios	día noche	30-40 dB (A) 20-30 dB (A)	día noche	40-50 dB (A) 30-40 dB (A)
2	Aulas, despachos individuales, laboratorios de investigación, bibliotecas, salas de conferencia, salas de consulta médica, iglesias		30-40 dB (A)		40-50 dB (A)
3	Despachos colectivos		35-45 dB (A)		45-55 dB (A)
4	Despachos colectivos de gran tamaño, restaurantes, tiendas, zona de taquillas		40-50 dB (A)		50-60 dB (A)
5	Vest., grandes de espera, naves de producc.		45-55 dB (A)		55-65 dB (A)
6	Operas, teatros, cines		25 dB (A)		35 dB (A)
7	Estudios de grabación	Considerar medidas especiales			

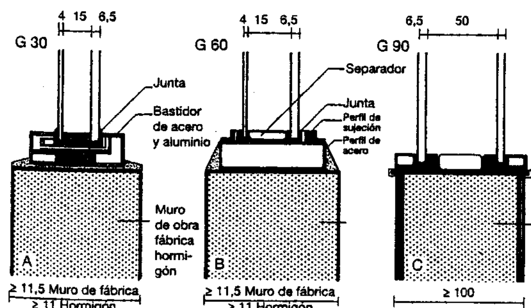
* nivel de ruido continuado equivalente para los ruidos producidos por el tráfico aéreo

❸ Niveles de aislamiento necesarios en diferentes estancias, Directrices VDI 2719 (VDI, Verband der Deutsche Ingenieure: Asociación de los Ingenieros Alemanes)



1 Angular de acero 50 × 55 mm
Longitud ≥ 100 mm, mín. de 4 bloques/paño de vidrio
2 Roblones y tornillos M 10 permitidos en construcciones resistentes al fuego
3 Pletina de acero para afianzar la pared de pavés (soldadura)

❹ Detalles constructivos para el montaje del vidrio resistente al fuego



❺ Acristalamiento PF

Aislamiento acústico

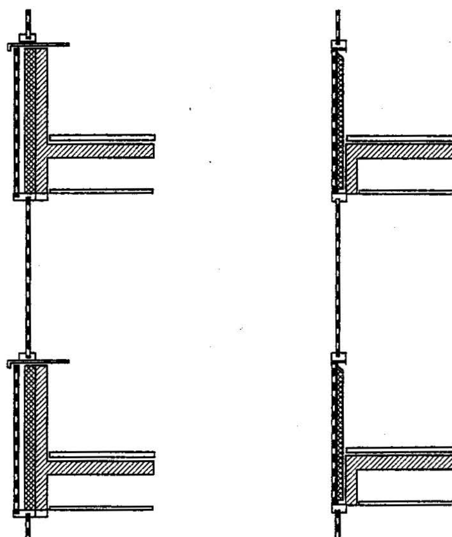
Solo con su peso propio, una pared de pavés con
1 kN/m² con pavés de 80 mm
1,25 kN/m² con pavés de 100 mm
1,42 kN/m² con pavés especial BSH
consigue un grado de aislamiento acústico muy bueno. Las partes del edificio contiguas deben tener también un aislamiento acústico óptimo. Las construcciones de pavés son una estupenda solución ante exigencias elevadas de protección acústica. Una solución económica en estos casos consiste en realizar el hueco de luz con pavés y reducir al máximo los huecos para ventilación y las salidas de emergencia.
Conviene tener presente DIN 4109: aislamiento acústico para edificación en altura. Los índices de aislamiento acústico estimados R_W se recogen en DIN 52 210 → ❶.
R_W = IAA + 52 dB (IAA = Índice de aislamiento acústico).
Las construcciones con una sola capa de pavés cubren las exigencias de grupo 5 ab de aislamiento acústico → ❷.

Pavés con armadura de acero DIN EN 1051

Como cualquier otro muro de pavés, los que cuentan con protección contra incendios pueden construirse con o sin perfil U; el resto de uniones son idénticas. Por motivos de la gran dilatación lineal que se produce en caso de incendio, y por la salida de gases producidos por el humo, el pavés lleva incorporado en todas sus caras unas placas de fibra mineral (lana de roca) → ❹. Según los fabricantes, pueden alcanzarse resistencias al fuego de PF120 y/o PF60.

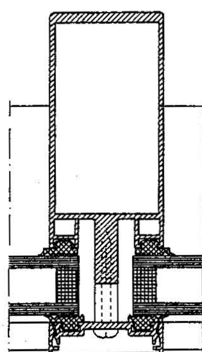
VIDRIO DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El vidrio normal puede emplearse de forma restringida en ámbitos de protección contra incendios. Cuando se produce un fuego, el foco de calor puntual hace explotar las lunas de vidrio flotado en un breve espacio de tiempo. Con el uso creciente del vidrio para fachadas, antepechos y paramentos de la edificación en altura, han aumentado también los riegos en caso de incendio. Para la concesión de la licencia de obra es preciso que los elementos constructivos más expuestos cumplan los requisitos de resistencia al fuego establecidos en DIN 4102. En esta norma se definen los siguientes grados de resistencia:
PF30, PF60, PF90, PF120, PF180
EF30, EF60, EF 90, EF 120, EF 180
CF30, CF60, CF90, CF120, CF180
Vidrios parallamas EF.
Los vidrios PF tienen que resistir la propagación de llamas y gases durante un tiempo determinado (p. ej., PF30 = 30 minutos). Cada acristalamiento PF debe contar con una autorización oficial antes de ser ejecutado.
Existen tres posibilidades de fabricación del vidrio parallamas:
— vidrio armado con malla soldada en los puntos de encuentro, máx. hasta PF60/PF90.
— combinación especial de seguridad de una hoja con vidrio aislante.
— vidrio borosilicato plano pretensado, como, p. ej., Pyran®.
Además de ser estancos al humo y no permitir la propagación del fuego, los vidrios PF deben evitar la transmisión de radiación producida por el calor. En este caso sirven los vidrios compuestos especiales con una capa de gel, que se transforma en espuma, o mediante un efecto de volatilización pueden absorber la energía y así evitar la transmisión de la radiación que de otro modo atravesaría el vidrio. Tanto el vidrio como sus uniones con el marco de la ventana y los elementos de la construcción deben ser aprobados por la dirección de obras.
La protección contra incendios puede evaluarse solo en conjunto con el resto de los elementos de la construcción afines. Véase: Protección contra incendios → pág. 520 y ss.

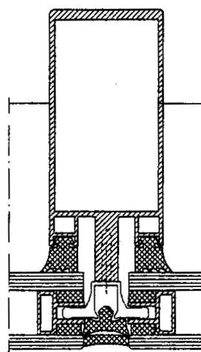


1 Fachada fría ventilada con antepecho revestido de vidrio [06]

2 Fachada caliente sin cámara de aire y antepecho revestido de vidrio [06]



3 Fachada de vidrio con tapajuntas



4 Fachada de vidrio estructural

Amortiguadores de radar

La amortiguación a las reflexiones de los radares es una exigencia de la Deutsche Flugsicherung DFS (entidad alemana de seguridad aérea) para fachadas de edificios de gran tamaño situados cerca de los aeropuertos. Tiene como finalidad la contención de las señales de radar que chocan contra grandes superficies de fachadas, ya que ello puede conllevar la emisión de falsas señales a los radares de los controladores aéreos, con el consiguiente perjuicio al tráfico aéreo.

Mediante la absorción y desfases (interferencias) con recubrimientos especiales es posible amortiguar las señales emitidas por el radar que se reflejan en el vidrio aislante. Para cumplir estas exigencias especiales, debe calcularse cada elemento que compone el acristalamiento con estos vidrios aislantes. Los valores lumínicos y energéticos serán definidos por el propio vidrio correspondiente.

La amortiguación de radar exigida dependerá de muchos factores, como la altura del edificio, la distancia y la orientación respecto al equipo de radar.

En principio, un instituto reconocido debe elaborar un informe de señales de radar para cada edificio, antes de poder determinar la amortiguación necesaria. Los fabricantes de vidrio desarrollan la construcción del vidrio conjuntamente con el instituto.

El estudio deber revisar también el resto de las superficies de la fachada para tener en cuenta todas las medidas necesarias en la ejecución.

Fachadas frías

Fachadas frías ventiladas según DIN 18516 parte 4

La fachada fría consta de un muro exterior con una cámara ventilada de unos 40 cm de grosor, y una capa exterior de una y dos hojas de vidrio que aseguren una expulsión suficiente y controlada de calor.

Según la norma DIN y otras normativas, los paños de fachada pueden apoyarse en todos sus lados, en dos lados o puntualmente. Los vidrios con apoyos puntuales deben contar con una aprobación excepcional.

Los paños de fachada pueden tener la cara posterior totalmente coloreada o con un recubrimiento parcial de color serigrafiado.

Para igualar la coloración del vidrio con protección solar pueden obtenerse recubrimientos especiales de diferentes fabricantes.

Para asegurar el color deseado deben solicitarse muestras.

Todos los bordes a la vista debe estar lijados y pulidos; los que no quedan a la vista, lijados.

Fachadas calientes sin ventilación de fachada

La fachada caliente puede ser un muro cortina o una fachada elemental que salva la altura de un piso. En ambos casos, las partes no transparentes o los antepechos son de paneles de vidrio.

Los paneles de fachada pueden tener un paño de fachada al exterior, después el aislamiento térmico necesario, y una barrera de vapor en el interior (p. ej., una chapa de aluminio).

Las construcciones mixtas se obtienen cuando ante la fachada caliente se coloca una membrana adicional de vidrio para conseguir una apariencia lisa y enrasada. Si la capa de desagüe continúa siendo el panel, se sigue tratando de una fachada caliente.

Fachada de vidrio estructural

La fachada de vidrio estructural se distingue por tener una apariencia enrasada uniforme. Su apariencia continua y totalmente acristalada solo es posible cuando los vidrios se adhieren a los marcos metálicos. Los sistemas de sujeción deben tener aprobación especial para casa caso. Los adhesivos estructurales deben ser ejecutados con un material que cuente con todas las aprobaciones para construcción correspondientes.

En Alemania, todas las fachadas de más de ocho metros de altura deben disponer de mecanismos adicionales que aseguren los vidrios. Todos los vidrios aislantes deben tener una unión resistente a los rayos ultravioletas en sus bordes.

Fachadas con vidrio resistente al fuego

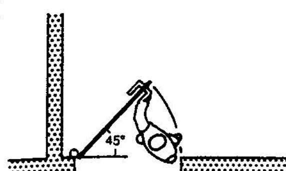
Vidrios PF para acristalamientos exteriores deben ejecutarse solo en caso de que sean necesarios, pues la capa espumante contra fuego no puede calentarse a más de 50 a 60 °C, temperatura que pueden alcanzar las fachadas con solo recibir radiación solar.

Pantallas solares

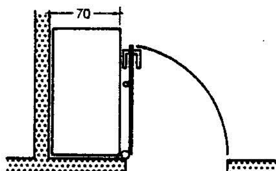
Las pantallas solares transparentes son protecciones solares que generalmente se añaden a la protección solar de la fachada. Se componen de vidrios templados recubiertos de un óxido metálico. Para el montaje de las pantallas solares debe apartarse siempre la cara recubierta del exterior. Según la DIN correspondiente, estos paneles pueden fijarse en todos sus lados, en solo dos de sus lados o contar con apoyos puntuales. Los vidrios con apoyos puntuales deben contar con una aprobación regular o bien solicitarse una aprobación excepcional.

PUERTAS

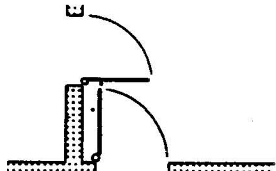
DISPOSICIÓN



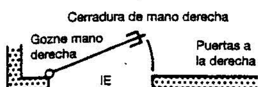
❶ Sentido de abertura generalmente correcto



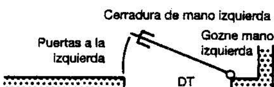
❷ Con armario (situación ventajosa)



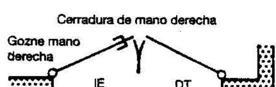
❸ Disposición de dos puertas en una esquina que abaten al mismo espacio



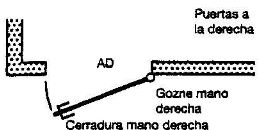
IE = cierre a la izquierda



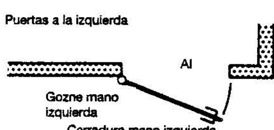
DT = cierre a la derecha



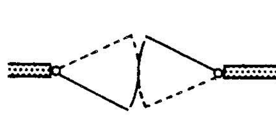
Puerta de dos hojas con cerradura a la derecha



AD = abertura a la derecha

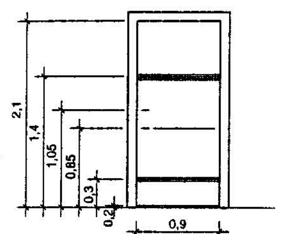


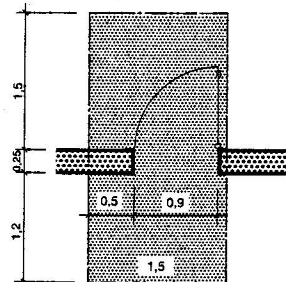
AI = abertura a la izquierda



❹ Denominación de puertas según su relación con el espacio y dirección de gozne. La puerta se toma en cuenta desde el lado del gozne, la posición del gozne marca la clasificación tanto del gozne como de la cerradura

❺ Puerta pivotante de una y dos hojas, en su caso, con tránsito por la derecha

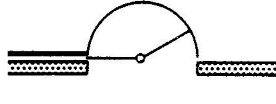




❻ Medidas mínimas de puertas de vidrio con alturas de marcaje para discapacitados



Puerta balanceante



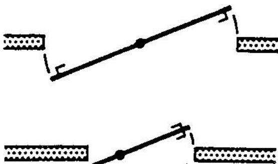
Puerta corredera con hoja practicable



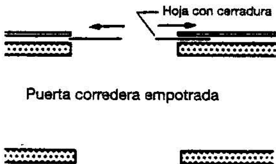
Puerta plegable que ahorra espacio de barrido



Puerta corredera empotrada de cuatro hojas

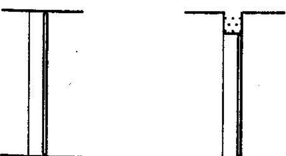


❼ Puerta giratoria: de una hoja, descentrada en una hoja (abajo), centrada de mano derecha (arriba)

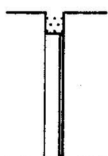


Puerta corredera empotrada

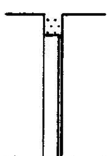
❽ Puerta corredera antepuesta



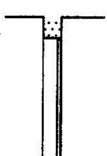
Puerta de suelo a techo sin umbral ni dintel



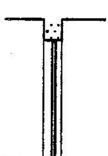
Puerta sin umbral y con dintel



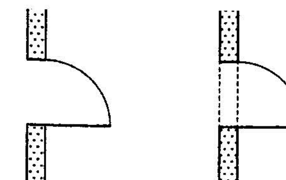
Puerta con tope en el suelo y dintel



Puerta con umbral y dintel



Puerta con tope en el suelo (con marco preensamblado) y dintel



❾ Representación del dintel y umbral en planta (a escala 1:100). Las diferencias de altura en el suelo se representan con líneas continuas y punteadas

En el interior de un edificio, las puertas deben colocarse correctamente, pues las innecesarias o mal situadas dificultan el aprovechamiento y la utilización del espacio → ❶ – ❷.

Se distingue entre puertas que abren hacia dentro de una habitación, hacia fuera o hacia un pasillo. Por lo general, las puertas se abren hacia dentro de la habitación. Se clasifican según su situación, finalidad, sentido de abertura, manera de abrirse, clase de marco y tipo de hoja. Puertas interiores: de habitaciones, de acceso a una vivienda, de sótano, para baños, aseos y cuartos auxiliares, puertas exteriores: puertas de acceso a un edificio, de acceso a un recinto, de balconeras y de terrazas. Las puertas equilibradas balanceantes (tipo americano) → ❼ requieren poca fuerza para abrirlas, son apropiadas para lugares de paso como pasillos y cortavientos, etc.

La anchura de las puertas depende de su aplicación y del espacio donde se coloquen.

Como mínimo debe quedar un paso libre de 55 cm.

En los edificios de viviendas, la anchura de paso libre mínima es:

puertas de una hoja
de habitaciones aprox. 80 cm
auxiliares, aseos aprox. 70 cm
de acceso a la vivienda aprox. 90 cm
de acceso a edificios hasta 115 cm
puertas de dos hojas de habitaciones hasta 170 cm
de acceso a edificios 140-225 cm
altura de paso libre en puertas interiores al menos 185 cm
normal 195-200 cm

Las puertas correderas y giratorias no pueden utilizarse como puertas contra incendios, ya que en caso de emergencia obstaculizan el recorrido de evacuación.

DIN 107
→ pág. 12

Elementos constructivos

PUERTAS

Disposición
Tipos constructivos
Puertas especiales
Puertas grandes
Sistemas de cierre
Seguridad perimetral

DIN 4172, 18100, 18111

625 | 750 | 875 | 1.000 | 1.125 | 1.250 | 1.750 | 2.000 | 2.500

1.875 | 2.000 | 2.125 | 2.250 | 2.500

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Límite para la denominación "puerta"

Límite para la denominación "puerta"

Los recuadros en negrita indican los tamaños óptimos

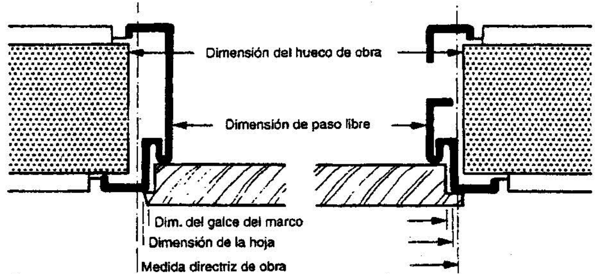
Huecos que por su tamaño suelen requerir puertas de dos hojas

7 Para los tamaños señalados con una cifra, la norma DIN 18101 indica la medida exacta de los marcos y hojas. La cifra se refiere a la línea de la Tabla 1 de DIN 18101

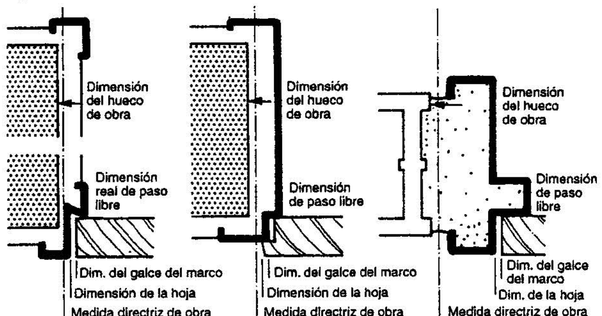
❶ Medidas de los huecos de obra según DIN 4172 → ❷

	Medida direct. obra		Dimensiones de la hoja				Dimensiones del marco	
	Huecos de obra para puertas DIN 18100		Medidas exteriores de las hojas (hojas tipo)		Medida de la hoja sin galce (medida nominal) Tolerancia ± 1	+2 +0	Anchura del marco en el galce Tolerancia ± 1	Altura real del marco en el galce Tolerancia -0 -2
1	875	1.875	860	1.860	834	1.847	841	1.858
2	625	2.000	610	1.985	584	1.972	591	1.983
3	750	2.000	735	1.985	709	1.972	716	1.983
4	875	2.000	860	1.985	834	1.972	841	1.983
5	1.000	2.000	985	1.985	959	1.972	966	1.983
6	750	2.125	735	2.110	709	2.097	716	2.108
7	875	2.125	860	2.110	834	2.097	841	2.108
8	1.000	2.125	985	2.110	959	2.097	966	2.108
9	1.125	2.125	1.110	2.110	1.084	2.097	1.091	2.108

❷ Dimensión normalizada de los marcos y hojas de puertas con galce DIN 18101



❸ Cercos DIN 18111



❹ Cerco de esquina — Cerco de forro — Cerco

Medidas estándar

Los huecos de obra necesarios para colocar una puerta → ❶ están recogidos en la norma DIN 4172. En casos excepcionales en los que sea necesario otro tamaño, las medidas deben ser múltiplos enteros de 125 mm. La descripción normalizada de un hueco de pared de 875 mm de anchura y 2.000 mm de altura es la siguiente: hueco de pared DIN 18100: 875 × 2.000. Para la elección de anchos de puerta es imperativo considerar la construcción del marco para elegir la medida del hueco de obra, ya que algunas construcciones de diseño interesante pueden reducir la dimensión de paso libre más que las puertas con marco revestido comunes → ❺ - ❿.

Construcciones de marcos

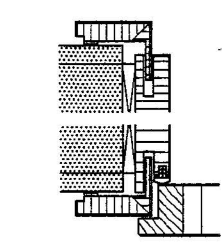
Además de los diferentes grosores de construcción (diferencia entre dimensión de hueco de la obra y dimensión de paso libre), en la elección de los tres tipos clásicos de construcción de marcos son determinantes las diferentes variaciones de cierre de la puerta, desde enrasada a resaltada, en relación con la posición de la puerta en el muro. En el caso de puertas enrasadas → ❾ debe prestarse atención a la buena ejecución, pues las diferencias de medidas en el marco y en las juntas con la puerta se identifican claramente. La conexión con las superficies de pared puede solucionarse con juntas rebajadas; debe poder ejecutarse limpiamente el paso de la pintura de la pared a la de la puerta, que puede solucionarse con tapajuntas.

30
Dimensiones del hueco de la obra
Dimensiones de paso libre
Dimensiones del galce marco
Dimensiones de la hoja
Medida directriz de la obra

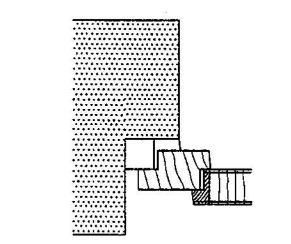
❺ Anchura de la puerta

Dimensión de la hoja
Dim. del galce del marco
Dim. de paso libre
Medida de paso libre
Dimensión del hueco de obra

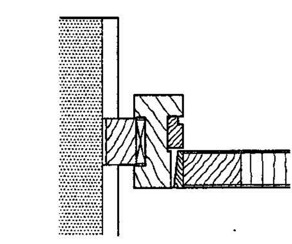
❻ Altura de la puerta



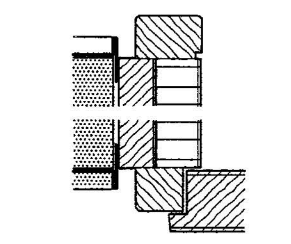
❼ Puerta con marco forrado



❽ Puerta con bastidor



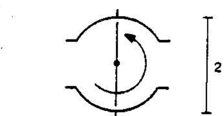
❾ Puerta con premarco y cierre de hoja cuadrado



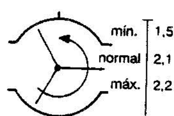
❿ Puerta con marco y perfil en el enlucido como tapajuntas

PUERTAS

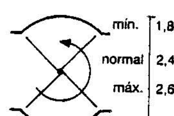
PUERTAS ESPECIALES



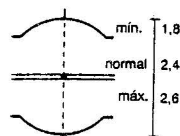
❶ Puerta giratoria de dos hojas



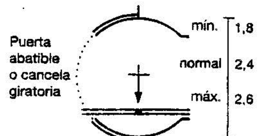
❷ Puerta giratoria de tres hojas



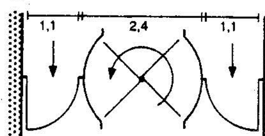
❸ Puerta giratoria de cuatro hojas



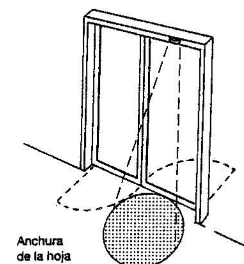
❹ Puerta giratoria de cuatro hojas plegables



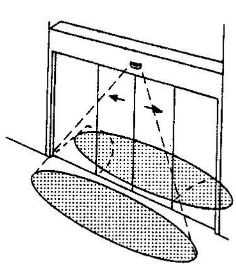
❺ Hojas plegables desplazadas a un lado



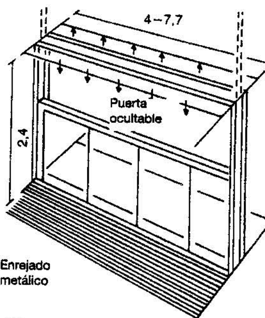
❻ Puerta giratoria con salidas de emergencia a los lados



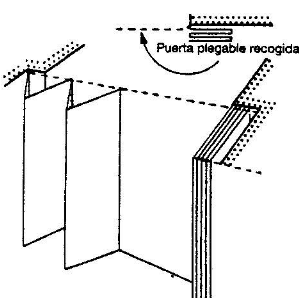
❼ Puerta automática abatible



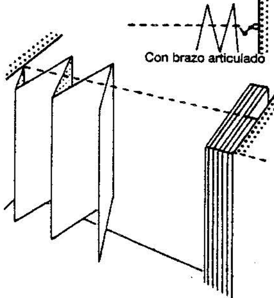
❽ Puerta automática corredera



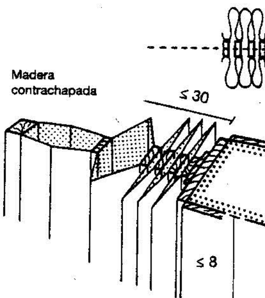
❾ Puerta ocultable → ⓳



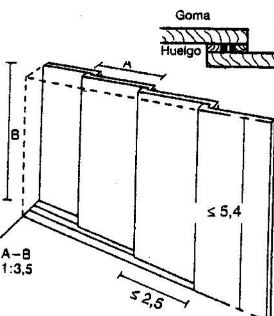
❿ Puerta plegable con guía lateral



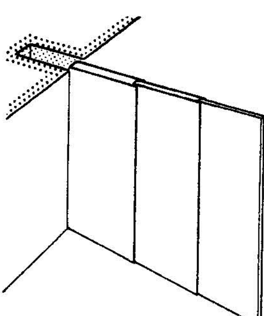
⓫ Puerta plegable con guía central



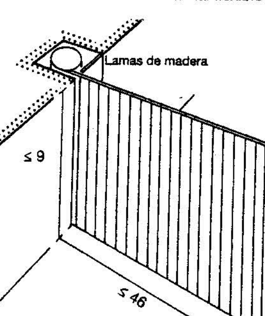
⓬ Puerta acordeón de lamas de madera o de material flexible



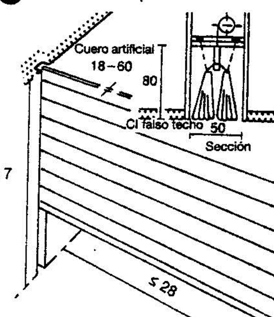
⓭ Puerta telescópica



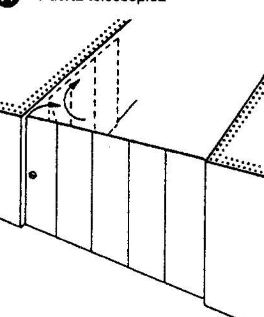
⓮ Puerta telescópica



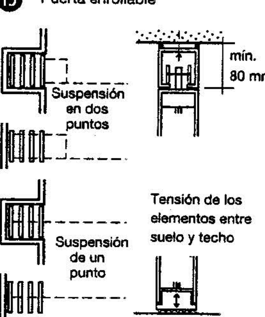
⓯ Puerta enrollable



⓰ Cortina de separación según DIN 10032 T4 → pág. 353 ❺ – ❽



⓱ Puerta corredera articulada de esquina



⓲ Diferentes tipos de puertas correderas

Las **puertas giratorias** → ❶ – ❻ suelen ser desmontables; es decir, que en caso de tránsito intenso, sobre todo en verano, las hojas se puedan plegar en el centro si han de circular personas en ambos sentidos.

Una vez plegadas, las hojas se corren a un lado si la circulación es únicamente en un sentido (a la hora de cierre) → ❹ – ❺.

Sistemas de accionamiento de las **puertas automáticas**: por radar, sensor eléctrico → ❼ – ❽, suelo neumático de contacto.

Las puertas correderas automáticas, con sensor fotoeléctrico, son adecuadas para los recorridos de evacuación en grandes almacenes y edificios administrativos, pueden tener una anchura de hasta 8 metros y 6 hojas.

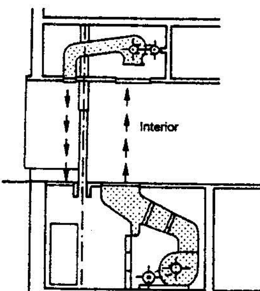
Las puertas con cortina de aire → ⓳ se cierran por la noche con puertas ocultables durante el día → ❾.

Para cerrar grandes huecos se utilizan **puertas plegables**, con guía lateral → ❿ o guía central → ⓫, que combinan el movimiento de giro con el desplazamiento lateral; puertas de acordeón de madera contrachapada, cuero artificial o material textil → ⓬.

Las **puertas telescópicas** están formadas por varias hojas unidas por el centro; sobre guías paralelas pueden ser de desplazamiento lateral → ⓭ u ocultables una dentro de otra → ⓮.

Los **muros móviles** → ⓯ + ⓲ permiten una buena separación entre espacios (protección acústica), pero no pueden correrse sin el uso de dispositivos. Deben proyectarse especialmente espacios para guardar los paneles que no se utilicen.

Las **cortinas de separación** suspendidas → ⓱ o enrollables a un lado → ⓰ permiten subdividir grandes espacios.



⓳ Instalación de una cortina de aire → ❾

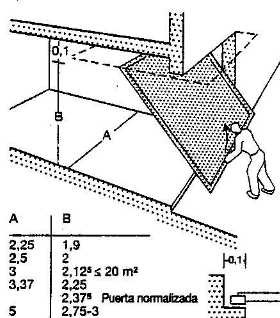
PUERTAS

PUERTAS GRANDES

En garajes y almacenes, puertas basculantes → ❶, puertas basculantes con muelle o contrapeso. Macizas, de doble capa con relleno, con cuarterones de vidrio. De madera, aluminio o plancha de acero galvanizado. Tamaño máximo de paso 4,82 × 1,96 m. Superficie máxima de las hojas, aprox. 10 m². También pueden empotrarse en arcos y accionarse a distancia.

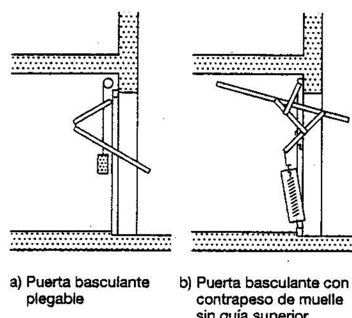
Puertas plegables → ❸, articuladas → ❹, telescópicas → ❺, y enrollables → ❻ de aluminio para quedar ocultas detrás del dintel. Puertas de una o varias capas para industrias y talleres. Anchura máxima: 18 m, altura máxima: 6 m. Puertas accionables con interruptor, célula fotoeléctrica y a distancia, por contacto eléctrico o neumático.

Puertas de apertura rápida para paso de vehículos → ⓭, pendulares de PVC → ⓮. Puertas contrafuegos P30-P90 de una y de dos hojas → ⓯, y puertas correderas contrafuego → ⓰. Las puertas cortafuegos basculantes o correderas de accionamiento eléctrico han de funcionar independientemente de la red eléctrica. En caso de incendio se deben cerrar automáticamente (Fischer-Riegel).



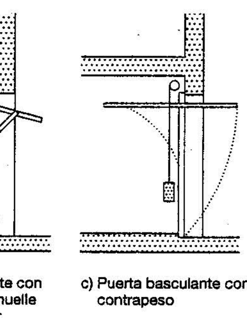
A	B
2,25	1,9
2,5	2
3	2,12^5 ≤ 20 m²
3,37	2,25
	2,37^5 Puerta normalizada
5	2,75-3

❶ Puerta basculante



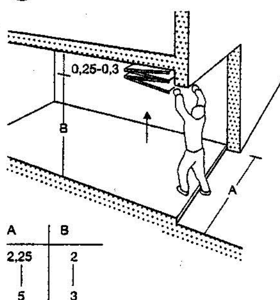
a) Puerta basculante plegable

b) Puerta basculante con contrapeso de muelle sin guía superior



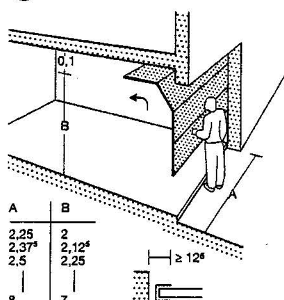
c) Puerta basculante con contrapeso

❷ Variante → ❶



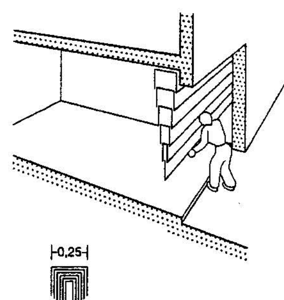
A	B
2,25	2
5	3

❸ Puerta plegable

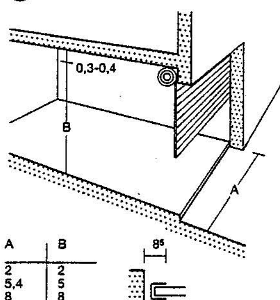


A	B
2,25	2
2,37^5	2,12^5
2,5	2,25
8	7

❹ Puerta articulada de techo

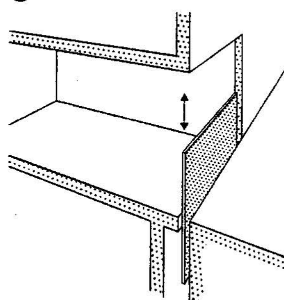


❺ Puerta plegable telescópica

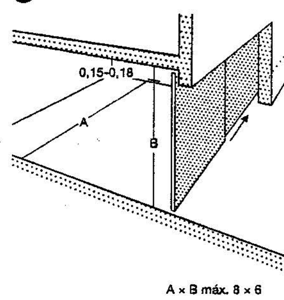


A	B
2	2
5,4	5
8	8

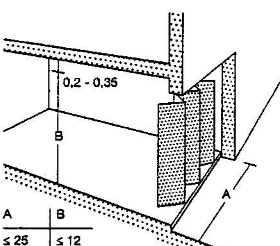
❻ Puerta o reja enrollable (acero o aluminio)



❼ Puerta ocultable

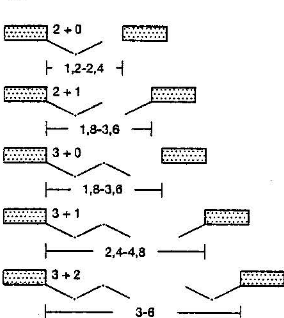


❽ Puerta corredera
Puerta corredera acero P30-P90
P30: 5 × 4; P-90: 8,5 × 3,5

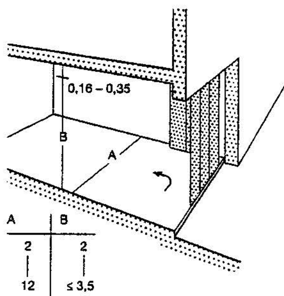


A	B
≤ 25	≤ 12

❾ Puerta plegable → ❿

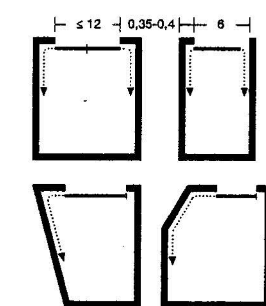


❿ Puertas plegables → ❾

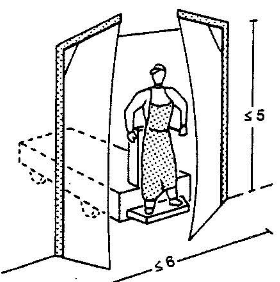


A	B
2	2
12	≤ 3,5

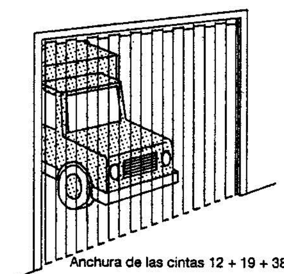
⓫ Puerta articulada lateral



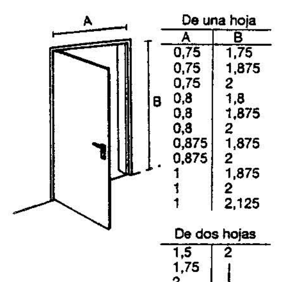
⓬ Formas posibles → ⓫



⓭ Puerta pendular de caucho



⓮ Cortina de cintas de PVC para el paso de grandes vehículos



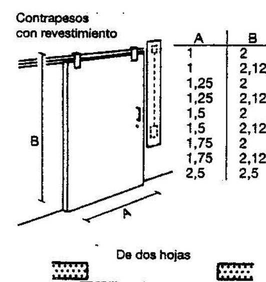
De una hoja

A	B
0,75	1,75
0,75	1,875
0,75	2
0,8	1,8
0,8	1,875
0,8	2
0,875	1,875
0,875	2
1	1,875
1	2
1	2,125

De dos hojas

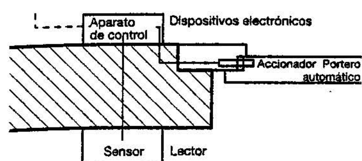
1,5	2
1,75	
2	
2,25	2,125

⓯ Puertas cortafuegos P30–P90

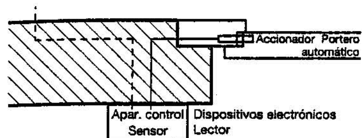


A	B
1	2
1	2,125
1,25	2
1,25	2,125
1,5	2
1,5	2,125
1,75	2
1,75	2,125
2,5	2,5

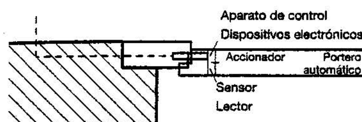
⓰ Puerta corredera cortafuegos P30–P90



En caso de altas exigencias de seguridad, los sensores y el control deben estar separados (unidad de control en un lugar seguro). Si el sensor es manipulado (p. ej., haciendo un corto circuito) entonces el control no puede ser utilizado.



En caso de un control de acceso en espacios vigilados, el sensor y el control pueden estar en un mismo elemento.



El cilindro de cerradura mecatrónico contiene el sensor y el aparato de control, la tarea del accionador se pasa a la llave mecánica o a un botón.

- - - - Conexión posible a un sistema de vigilancia central

❶ Disposición de los componentes electrónicos del mecanismo de cierre dependiendo de las exigencias de seguridad. Los mecanismos pueden ser operados de forma autosuficiente o estar conectados a un sistema central de vigilancia

Elementos de identificación

Elemento de identificación electrónica

Las informaciones de identificación son leídas mediante un sensor de memoria del elemento de identificación; está información se valora mediante un control. Según el tipo de transmisión de datos se pueden distinguir los siguientes sistemas:

De contacto	
pasivo	Bandas magnéticas – Económico, pero puede copiarse fácilmente (almacenamiento bajo, datos sin protección) Tarjetas con chip + Protección de datos es posible Mayor capacidad que las tarjetas magnéticas
activo	Chip con baterías en la llave. Los datos serán enviados mediante contacto + Cerraduras mecatrónicas sin batería son posibles

Sin contacto	
pasivo	Elemento de identificación utiliza la energía del emisor para emitir la respuesta (p. ej., con *chips* RFID) + No es necesario el abastecimiento de energía propia – De ello se deduce el alcance menor de 1 m como máximo
activo	Infrarrojo o por señales de radio – Necesita abastecerse con su propia energía + Alcance de > 1 m

Identificación biométrica

Identificación biométrica
Para la identificación se leerán los rasgos propios de la persona y se compararán con una base de datos. Por motivos de la complejidad de los mecanismos de reconocimiento se distinguen los de "identificación real" o "verificación".

identificación	el usuario será reconocido solo con sus datos biométricos – Las tareas de los ordenadores son complejas, pues deben contrastar todos los datos referenciales

verificación	El usuario se hace reconocer mediante una clave o alguna identificación. Los datos biométricos en la base de datos probarán la veracidad de la identidad de la persona + sistema doble que ofrece alta seguridad + el acceso a los datos biométricos es rápido

❷ Las llaves se completarán o cambiarán progresivamente dependiendo del elemento de identificación electrónico o biométrico

Sistemas mecánicos de cierre

Las cerraduras de cilindro ofrecen gran seguridad, pues resulta casi imposible abrirlas con herramientas.
Según exigencias, los cilindros se suministran de uno o dos lados con medidas crecientes en pasos de 5 mm, con alargamiento incluido, para adaptarlos a cualquier ancho de puerta.

Sistemas de cierre

Al momento de proyectar o de encargar un mecanismo de cierre debe hacerse un plano de cierres con los documentos de seguridad correspondientes. Solo con estos documentos será posible enviar una llave de repuesto.

Sistemas de cierre con llave maestra de portal y de zonas comunes

Una única llave maestra abre la puerta principal de la vivienda o las otras puertas principales (p. ej., del patio, sótano o puerta de la casa). Se recomiendan para viviendas plurifamiliares o urbanizaciones.

Sistemas de cierre con llave maestra compleja

DIN 18252

Este tipo de llaves abren muchos cilindros del total de un conjunto de cerraduras, de forma que pueden delimitarse los derechos de acceso a un local. Cada cilindro tiene también su propia llave y puede abrirse o cerrarse solo con esta llave y la llave maestra.
Puntos débiles: durante el proyecto deben tenerse presente una serie de factores → ❸.

Control de acceso electrónico

Un inconveniente de los sistemas de cierre mecánicos es su imposibilidad de cambiar las llaves maestras, y el problema que existe cuando estas se pierden (el cambio de cilindros es muy caro). En el caso de sistemas de cierre electrónicos, los permisos de acceso pueden cambiarse o bloquearse fácil y rápidamente sin tener que cambiar ninguna pieza. Las cerraduras de cilindro mecatrónicas permiten también el equipamiento de sistemas de cierre ya existentes sin tener que conectar el sistema de cierre por cable. Los sistemas de cierre electrónicos más complicados permiten unir la identificación de la persona, el permiso de acceso según el espacio, el tiempo y el control de horario laboral → ❶ + ❷.
En espacios privados se utilizan también cerraduras con código, con acceso restringido a conocer la combinación numérica. Pueden acceder al recinto personas autorizadas (carteros, montadores, proveedores, etc.).

Salidas de emergencia y puertas antipánico

Desde 2004 se piden distintas exigencias a la ejecución de los herrajes de puertas de emergencia (DIN EN 179) y de puertas antipánico (DIN EN 1125). Las puertas deben ser comprobadas, aprobadas e identificadas como un elemento completo.

Las **salidas de emergencia** se instalan en edificios o a zonas donde no existe un tránsito público de gente, y donde los usuarios habituales conocen las funciones de las puertas de escape.

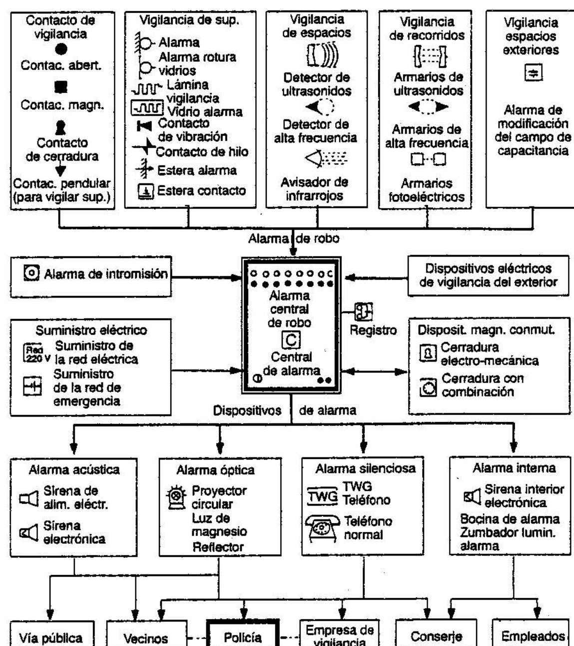
Las **puertas antipánico** se instalan en edificios/zonas con tránsito público de personas, y allí donde los usuarios habituales no conocen las funciones de las puertas de escape.

Archivadores, cabinas de baño, casillas de correo, puertas de acceso, puertas de escape, guardarropas, cámaras frías, puertas de muebles, puertas en el hueco de obra, portones enrollables, puertas de armarios, escritorios, los cerrojos pasadores, vestuarios	peligroso
Salas de maquinaria de ascensores, botones del ascensor, salas eléctricas, puertas de cochera, portones enrejados, puerta de sala de calderas, puertas de sótanos, boca de carga de combustible, cajas de distribución	mayor peligro
Puertas de cierre de oficinas, huecos en la cubierta, ventanas oscilobatientes, salas de electrónica, puertas de acceso, suelo enrejado, puertas de casa, puertas levadizas, ventanas de sótanos, tragaluces, interruptores, puertas de remate de viviendas	mucho peligro

❸ Lista de control para zonas con peligro de robo

DIN 57100
DIN 57800
DIN 57804

SEGURIDAD PERIMETRAL



1 Sistema de alarma antirrobo. Esquema de funcionamiento

CR1	Ofrece protección contra ladrones que intentan robar con violencia (tirar la puerta a patadas, arrancarla, etc.).
CR2	Resiste intentos de asaltos con herramientas simples (destornillador, tenazas, cuñas, etc.). Estas puertas logran evitar más del 80 % de los intentos de robo.
CR3	Resiste también a los ladrones con pies de cabra o destornilladores profesionales.
CR4	Evita el robo cuando el delincuente utiliza martillos, hachas, formón y taladro.
CR5-6	Puertas de seguridad con las clases de protección CR 5 y CR 6 se mantienen por largo tiempo intactas a ataques con taladros, angular, sierra caladora y sierra de sable.

2 Clases de resistencia de elementos de construcción según DINV ENV 1627

Clase de resistencia	Ventana	Puerta	Persiana enrollable
CR1	–	–	RC 1
CR2	RC 0/1	RC 1	RC 2
CR3	RC 2	RC 2	RC 3
CR4	RC 3	RC 3	RC 4
CR5	–	–	RC 5
CR6	–	–	RC 6

3 Tabla de correlación de las clases de resistencia nuevas y antiguas. La asignación a la nueva clase de resistencia de elementos de construcción que fueron evaluados según la clase antigua no es posible

Por seguridad en edificios y recintos se entienden aquellas medidas que disminuyen el peligro de robos de efectos de valor y atentados contra la vida. De hecho, se puede penetrar en un edificio a través de todos sus elementos constructivos, incluso el acero y el hormigón armado se pueden perforar. Los requisitos de seguridad se determinan analizando los puntos débiles y calculando su rentabilidad en función de los costes. La policía colabora y asesora en la elección de las medidas de seguridad y vigilancia a adoptar.

Los **medios de seguridad mecánicos** son medidas constructivas que un delincuente solo puede superar mediante la fuerza y dejando rastros de violencia.
El criterio fundamental es el grado de resistencia. Los elementos a proteger especialmente en una vivienda son la puerta de entrada, las ventanas y los lucernarios; en un comercio, las vitrinas, accesos, ventanas, lucernarios y vallas. Los medios mecánicos son rejas de acero fijas o enrollables colocadas en los vanos del edificio, las cerraduras de seguridad y las cadenas, entre otros. En los vidrios, su armado con alambre de acero tiene un efecto disuasorio. Las láminas acrílicas o de policarbonato ofrecen un grado de protección más elevado.

Los **sistemas eléctricos de vigilancia** se disparan automáticamente cuando hay un intento de robo o se produce una intromisión en el espacio vigilado. El criterio fundamental es el lapso de tiempo necesario para llegar al lugar afectado desde que se produce el aviso.

1. Las **alarmas de robo** (ARo) y las **alarmas de intromisión** (AIt) sirven para la vigilancia y seguridad de las personas y objetos de un espacio determinado.
Estos sistemas no evitan la intromisión en los espacios vigilados, pero deben detectarla lo más rápidamente posible.
Por consiguiente, la seguridad óptima solo se puede alcanzar mediante una combinación de medios mecánicos y alarmas. Medidas de vigilancia: del perímetro exterior del recinto, de los espacios interiores, de objetos específicos, alarma de socorro.

Las **alarmas de incendios** (AIn) son alarmas de peligro (AP) que sirven a los afectados para realizar una llamada de socorro directa en caso de incendio.

2. La **vigilancia de recintos al aire libre** sirve para controlar el perímetro exterior de los edificios y también para proteger un objeto mediante la adopción de medidas en su entorno, por ejemplo, en el espacio libre circundante, por lo general, hasta los límites de la parcela. Consisten en medidas mecanicoconstructivas, medidas de detección electrónica y/o medidas de supervisión de las personas. Finalidad: delimitación jurídica, atemorización, disuasión, detección de personas y de vehículos. Observación, identificación, intentos de sabotaje, espionaje. Medidas constructivas: vallas, fosos, muros, barreras, puertas, control de entrada, iluminación. Medidas eléctricas: central de alarmas, detectores, sensores, cámaras de televisión o vídeo, sistema de control de las entradas, conexión a centrales de rango superior. Medidas de organización: personal, observación o supervisión, seguridad, personal técnico, perros de vigilancia.

Mecanismos y lugares a proteger	Contacto de cerradura	Contacto magnético	Contacto de vigilancia	Contacto de paso	Avisador rotura de vidrio	Láminas de vigilancia	Vidrio de alarma	Alarma de impacto	Contacto de vibración	Estera o alambre de alarma	Estera de contacto	Contacto de hilo	Alarma pendular	Dispositivos especiales
Puertas de acceso viviendas	●[2]	●	○											
Puertas de cierre	●[3]	●	●							○				●[4]
Puertas de habitaciones[12]	●[3]	●	●							○	○[5]			
Puertas correderas interiores[12]	○[3]	○	●	●						○	○[5]			
Puertas basculantes garajes		●	○											●[6]
Ventanas de varias hojas		●	○		●	○	●		○[7]					
Puertas acristaladas		●	○	○	●	○	●		○[7]		○[5]			
Puertas correderas acristaladas en el interior		○		●	●	○	●		○[7]		○[5]			
Lucernarios		○										●	○	●[8]
Ventanas en cubiertas planas		●			●		○[9]		○[7]					
Paredes de pavés								○	●					
Escaparates, grandes superficies acristaladas					●	●	●		○					
Paredes y techos pesados								●	●	○				
Paredes y techos ligeros										●				
Escaleras plegables		○	○							●	○[5]	●	○	
Objetos singulares[12] – esculturas – relieves – cuadros		●												●[10]
Pavimentos interiores[12]											●			
Armarios blindados[12]								●			○[5]			●[11]
Archivos, armarios de material[12]		●	●								○[5]			
Conductos, cajones para instalaciones de ventilación												●	●	

Alarma antirrobo ● Muy apropiado ○ Óptimo

1) El empleo de determinadas alarmas tiene algunas limitaciones, p. ej., no pueden colocarse sobre vidrio armado.
2) Sobre todo en instalaciones con llave maestra.
3) Si la puerta está dotada con apertura magnética.
4) Cuando solo se ha de asegurar la hoja de cierre, ver también puertas con alarma.
5) Colocada en el pavimento.
6) Contactos magnéticos especiales para colocar en el suelo.
7) No utilizable en la llamada área al alcance de la mano o cuando haya cerca una puerta que se mueva.
8) Existen lucernarios con alarma incorporada.
9) Tener en cuenta las limitaciones debido al peso del vidrio.
10) Cuando existan muchos objetos de gran valor se recomiendan protecciones individuales.
11) La protección más aconsejable con telealarmas de capacitancia.
12) Y/o incorporados a la vigilancia del espacio.

1 Vigilancia mediante detectores puntuales o de superficie. Empleo óptimo de las alarmas antirrobo

Criterios comparativos		Protección con ultrasonidos	Ultrasonidos-doppler	Frecuencias altas-doppler	Alarma de infrarrojos
Espacio abarcado por el dispositivo de vigilancia					
Superficie abarcada por unidad y alcance máximo		Montaje central 90 - 110 m² Montaje mural aprox. 40 m² hasta 9 m	Según el tipo de aparato, desde 30 hasta 50 m² hasta 14 m	Según el tipo de aparato desde 150 hasta 200 m² hasta 25 m	Según el tipo de aparato, desde 60 hasta 80 m² En salas hasta 12 m En pasillos hasta 60 m
Vigilancia completa del espacio (más del 80 %)		Posible	Imposible	Imposible	Posible
Aplicación típica		– Salas grandes y pequeñas – Pasillos – Vigilancia parcial o total del espacio	– Salas grandes y pequeñas – Vigilancia parcial del espacio – Detector volumétrico	– Salas grandes y alargadas – Vigilancia parcial del espacio – Detector grandes espacios	– Sup. grandes y pequeñas – Vigilancia total o parcial del espacio – Detector volumétrico – Al mismo tiempo alarma de indicios
Límite de temperatura ambiental	menos de 0 °C	Admisible	Admisible	Óptimo	Óptimo
	de 0 a 50 °C	Óptimo	Óptimo	Óptimo	Óptimo
	más de 50 °C	Inadmisible	Inadmisible	Óptimo	Inadmisible
¿Pueden instalarse varios detectores en la misma sala?		Sin problemas	Con limitaciones	Con limitaciones	Sin problemas
Influencia de los espacios adyacentes o del exterior		Sin problemas	Sin problemas	No recomendable	Sin problemas
Posibles causas de falsas alarmas		– Fuertes ruidos en la franja de ultrasonidos – Calefacción por aire en las cercanías del detector – Fuertes turbulencias en el aire – Paredes poco rígidas – Objetos móviles, por ejemplo, animales domésticos	– Fuertes ruidos en la franja de ultrasonidos – Calefacción por aire en la sala – Turbulencias en el aire – Paredes poco rígidas – Objetos móviles, d. ej., animales domésticos – Perturbaciones en proximidad detector (demasiado sensible)	– Refracción de rayos por reflexiones en objetos metálicos – La radiación que atraviesa paredes y ventanas – Paredes poco rígidas – Objetos en movimiento, p. ej., animales domésticos, ventiladores... – Influencias electromagnéticas	– Fuentes caloríficas con cambios bruscos de temperatura p. ej., lámparas de incandesc., radiadores eléctricos, fuego en las proximidades – Luz directa, potente y cambiante sobre detect. – Objetos en movimiento, p. ej., animales domésticos

2 Vigilancia del espacio. Criterios comparativos más importantes

Simbología → pág. 19

3. Los **sistemas para proteger objetos**, también llamados sistemas antirrobo de tiendas, son sistemas electrónicos que sirven para evitar el robo de las mercancías que se exponen en un espacio o ámbito controlado, durante el funcionamiento diurno de la empresa o comercio.

4. Los **sistemas de control de los accesos**, control electrónico de la entrada, son unos dispositivos que, en conexión con un mecanismo mecánico, solo permiten el acceso a un edificio o espacio tras una comprobación de la identidad.
Mediante un dispositivo electrónico se evalúa la admisibilidad de una persona determinada. Técnicamente es posible combinar un sistema de control del acceso con un temporizador → pág. 129.

5. Los **sistemas a distancia** consisten en transmitir y/o intercambiar datos entre dos lugares a través de la red pública de telefonía. Las redes alemanas TEMEX/DATEX/BTX permiten la vigilancia a distancia, comprobación, diagnóstico, regulación, cuestionario a distancia y verificación de datos.

6. **Sistemas de vigilancia**, supervisión, control, grabación con cámaras y monitores manuales y/o automáticos en el interior o exterior de un edificio, de noche y de día, los 365 días del año.

7. En todos los **ascensores de personas y montacargas** se ha de instalar un sistema de llamada de emergencia. Los timbres de alarma de ascensores están pensados, en primer lugar, para liberar a las personas atrapadas en su interior lo más rápidamente posible.
Las personas encerradas en un ascensor pueden contactar oralmente con la correspondiente central (que ha de estar ocupada de forma permanente) encargada del salvamento/liberación.

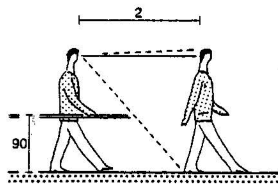
DIN 57100
DIN 57800
DIN 57804

ESCALERAS

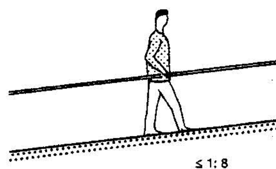
CONCEPTOS

Los requisitos mínimos de una escalera difieren de unas normas a otras; la norma DIN 18 065 establece las medidas que deben cumplir las escaleras.

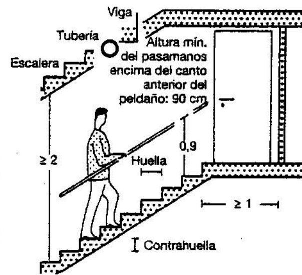
En edificios con menos de dos viviendas, la anchura útil de las escaleras ha de ser de 80 cm, y la relación contrahuella/huella 17/28; según las ordenanzas, las escaleras que no son imprescindibles deben tener una anchura mínima de 50 cm y una relación contrahuella/huella de 21/21. Las escaleras necesarias deben tener una anchura mínima de 100 cm y una relación huella/contrahuella de 17/28. Las que están situadas en una caja de escaleras con una anchura superior a 125 cm, se calculan en función del tiempo de evacuación deseado. → pág. 330. Los tramos de escalera tendrán un mínimo de 3 peldaños y un máximo de 18 → ❺. Longitud de los rellanos = n × longitud de un paso + una huella (p. ej., para una escalera de relación 17/29: 1 × 63 + 29 = 92 cm o bien: 2 × 63 + 29 = 155 cm). Las puertas que se abren hacia la escalera no pueden estrechar el paso libre. La regla de los 18 peldaños indica "lo que debería ser". En el caso de escaleras con funciones más representativas, según sus exigencias, se puede suprimir el uso de rellanos.



❶ Longitud del paso de una persona adulta sobre una superficie horizontal



❷ Al aumentar la pendiente disminuye la longitud de los pasos. Pendientes cómodas: 1:10-1:8



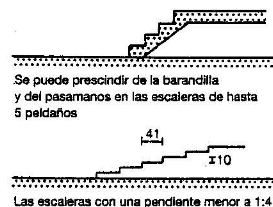
❸ La escalera óptima tiene una relación 17/29. Longitud de paso: 2 contrahuellas + 1 huella = aprox. 62,5 cm



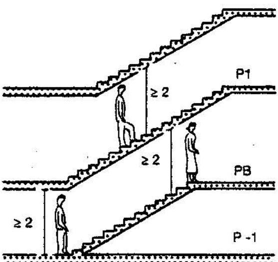
❹ Escaleras a la molinera con barandilla



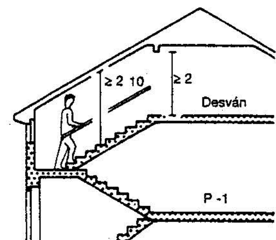
❺ Escalera normal 17/29. Rellano cada 18 peldaños como máximo



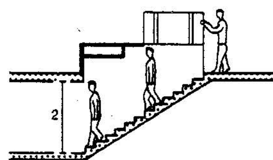
❻ Escalera sin pasamanos



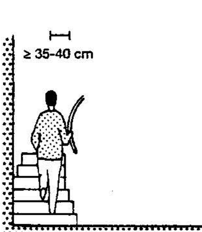
❼ Las escaleras superpuestas adecuadamente ahorran espacio



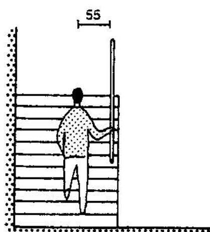
❽ Cuando la inclinación de la cubierta coincide con la de la escalera, se ahorran espacio y costosos cambios de dirección



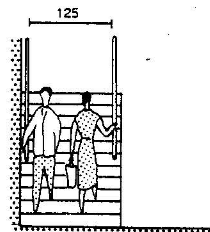
❾ Se han de evitar las trampillas encima de las escaleras al sótano. En cambio, el ejemplo reproducido es ventajoso y está exento de peligro



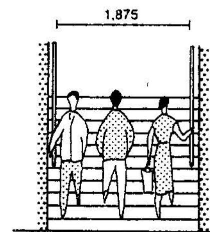
❿ En las escaleras de caracol la línea de huella se sitúa de 35 a 40 cm de la zanca exterior



⓫ En las escaleras rectilíneas, la línea de huella se sitúa a 55 cm de la barandilla



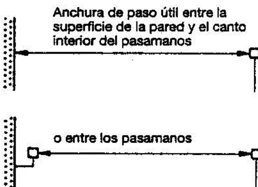
⓬ Escaleras en las que pueden cruzarse dos personas



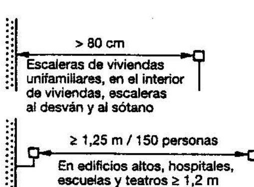
⓭ Anchura mínima para tres personas

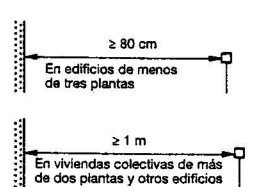
Desnivel entre pisos	Escaleras de dos tramos Poca pendiente		Escaleras de uno o dos tramos Poca pendiente	
	nº peldaños	huella	nº peldaños	huella
a	b	c	f	g
2.250	–	–	13	173
2.500	14	178,5	15	166,6
2.625	–	–	15	175
2.750	16	171,8	–	–
3.000	18	166,6	17	176,4

⓮ Desnivel entre pisos y pendiente de la escalera

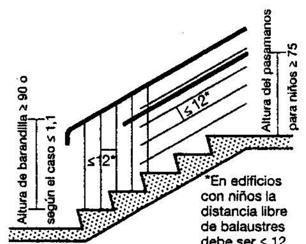


⓯ Medidas mínimas de una escalera



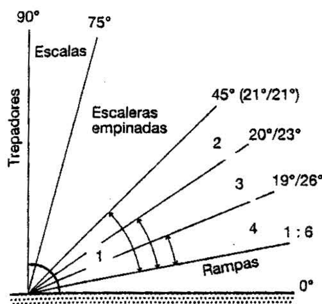


⓰ Dimensión de la anchura de paso útil → pág. 133 ❷ - ❸



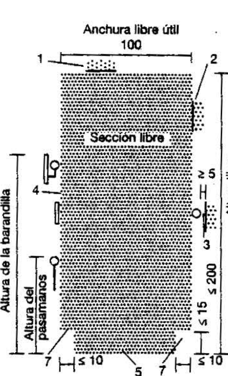
⓱ Alturas de barandillas, pasamanos que evitan el efecto de estar "escalando"

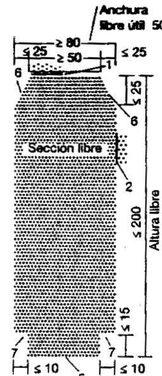
DIN 18065



1 Escaleras
2 Escaleras de acceso a sótanos y desvanes que no conducen a zonas de estancia, así como escaleras adicionales, innecesarias desde el punto de vista jurídico; tabla → ❸, filas 2, 3 y 5
3 Escaleras necesarias según las normas técnicas de edificación que conducen a habitaciones de estancia en edificios residenciales que no alberguen más de dos apartamentos; tabla → ❸, fila 1
4 Escaleras necesarias según las normas técnicas de edificación en cualquier otro tipo de edificio; tabla → ❸, fila 4

❶ Pendientes de rampas, escaleras y escalas





1 Límite superior del espacio libre, p. ej., parte inferior del tramo situado sobre el que nos ocupa
2 Límite lateral del espacio libre, p. ej., marcado por la pared (revestimiento)
3 ... p. ej., a partir del lado interior de un pasamanos situado al lado de la pared; distancia entre pasamanos y pared ≥ 5 cm
4 Por ejemplo, a partir del lado interior de la barandilla o del pasamanos situado del lado de la barandilla
5 Límite inferior del espacio libre
6 Límite superior del espacio libre, p. ej., bajo cubierta inclinada
7 Límite inferior del espacio libre (reducción), causada, p. ej., por la zanca

❷ Sección libre de escaleras

Fila	Tipo de edificio	Tipo de escalera	Ancho de paso útil mín.	Contra-huella s[2]	Huella a[3]
1	Edificio residencial con un máximo de dos apartamentos	Escaleras que conducen a zonas de estancia	80	20	23
2		Escaleras de sótano que no conducen a zonas de estancia	80	21	21
3		Escaleras de desván que no conducen a zonas de estancia	50	21	21
4	Otros edificios	Escaleras necesarias legalmente	100	19	26
5	Todo edificio	Escaleras no necesarias legalmente (adicionales)	50	21	21

[1] Engloba también dúplex en edificios con más de dos apartamentos;
[2] Pero no < 14 cm;
[3] Pero no > 37 cm = determinación de la relación H/C
[4] En peldaños cuya huella sea menor de 26 cm, el perfil de los mismos debe remeterse de forma que la suma de la huella y el retranqueo en planta de la tabica sea 26 cm
[5] En peldaños cuya huella sea menor de 24 cm, el perfil de los mismos debe remeterse de forma que la suma de la huella y el retranqueo en planta de la tabica sea 24 cm

❸ Escaleras en edificios
Medidas libres (medidas en estado final) DIN 18065

Tipo de edificio	Distancia máxima
- Edificios en altura - Escuelas - Locales comerciales	25 m
- Garajes cerrados y subterráneos - Lugares de reunión (de la salida a la caja de escalera) - Hospitales	30 m
- Edificios que según la ordenanza local no son especiales - Albergues y hospederías	35 m

❹ Distancias máximas desde cualquier habitación a una caja de escalera necesaria según la ordenanza general (¡la ordenanza local también debe ser considerada!)

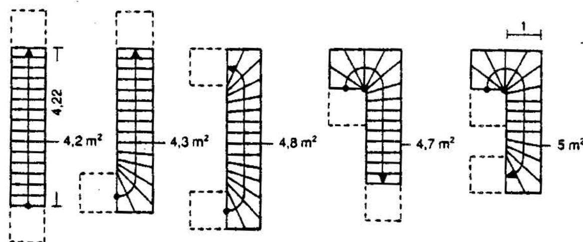
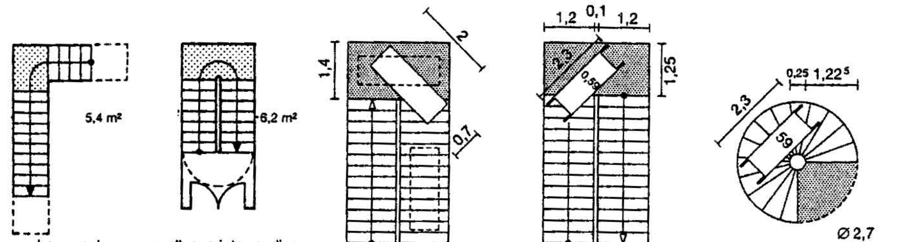


Ilustración ❺: 16 peldaños 17/29, un desnivel de 2,75 m; anchura de paso 1 m.

❺ Las escaleras sin rellano intermedio ocupan prácticamente la misma superficie en planta, con independencia de su forma; el recorrido desde la salida de un tramo hasta el arranque de otro puede acortarse considerablemente girando los peldaños, aconsejable en edificios de varias plantas



❻ Las escaleras con rellanos intermedios ocupan la superficie de una escalera rectilínea + 1 rellano – 1 contrahuella. Cuando el desnivel entre pisos ≥ 2,75 m, debe intercalarse un rellano. Longitud rellano ≥ anchura de paso de la escalera

❼ Dimensiones mínimas para transportar muebles

❽ Dimensiones mín. para el transporte de camillas

❾ Por una escalera de caracol

Las sensaciones al ascender por una escalera pueden variar mucho: desde las diferentes posibilidades de diseñar las escaleras de una vivienda, hasta las posibilidades que ofrece una escalera en el exterior, por la que ascender o descender apenas requiere esfuerzo. Ascender por una escalera exige un consumo energético siete veces superior al requerido para andar sobre una superficie horizontal; el esfuerzo psicológicamente óptimo se consigue con una pendiente de unos 30° y una relación entre contra-huella (C) y huella (H) de 17/29.

Esta relación se obtiene a partir de la longitud del paso normal de una persona adulta (aprox. 59-65 cm). Para calcular la relación óptima que minimiza el consumo energético se ha de aplicar la siguiente fórmula:

$2C + H = 59 - 65$ cm.

Al dimensionar y diseñar una escalera, además de las características citadas más arriba, es importante tener en cuenta la función posterior de la escalera y el objetivo formal.

En las escaleras exentas de gran circulación, los peldaños han de ser más bajos: aprox. 16 × 30 cm; en cambio, las escaleras de un taller o de una salida de emergencia han de permitir superar con rapidez el desnivel, Todas las escaleras obligatorias, según las ordenanzas, han de estar situadas en una caja de escalera propia, cuyo acceso y salida al exterior pueda utilizarse, sin peligro, como recorrido de evacuación en caso de emergencia, Anchura de la salida ≥ anchura de la escalera.

Desde cualquier punto del interior de un edificio la escalera más próxima no puede distar más de 35 m. Si hay varias escaleras, estas se han de repartir de manera que los recorridos de emergencia sean lo más cortos posible. Las puertas de acceso a una escalera desde el sótano, desván, talleres, comercios, almacenes y espacios similares han de tener, como mínimo, una resistencia al fuego RF-30.

ESCALERAS

TIPOS CONSTRUCTIVOS

mejor

retranqueo ≥ 30

En peldaños sin contrahuella el peldaño debe tener un retranqueo ≥ 30 mm

Si la huella (b) es menor de 260 mm debe retranquearse el peldaño ≥ 30 mm

❶ Perfiles de peldaños para escaleras empinadas. No se permiten los retranqueos en edificios abiertos al público (DIN 18025 construcciones aptas para discapacitados)

❷ Pasamanos en rellanos

De madera o de perfil metálico con barandas de acero

De madera o de perfil metálico con perfil de empalme sobre barandillas de vidrio

Pasamanos en el rellano

❸ Consecuencias del principio constructivo (con peldaños sobre la zanca o fijados en su borde) sobre la geometría de la escalera para lograr una altura de barandillas homogénea

Desván

Planta superior

❹ Si falta sitio para acceder al desván, basta con una escalera plegable de aluminio o madera

Escotilla 1,3 × 0,7; 1,4 × 0,7; 1,4 × 0,75

Cierre estanco y resistencia al fuego

❺ Escalera plegable para acceder a una cubierta plana

Altura libre	Dimensiones de la escalera (cm)
220-280	100 × 60 (70)
220-300	120 × 60 (70)
220-300	130 × 60 (70 + 80)
240-300	140 × 60 (70 + 80)
Anchura de la trampilla: B = 59; 69; 79 cm	
Profundidad de la trampilla: L = 120; 130; 140 cm	
Grosor de la trampilla: H = 25 cm	

❻ Escaleras plegables → ❼ – ❽

Hueco en forjado

18,5 cm Huella

Altura libre

❼ Escalera empinada

❽ Escalera de peldaños alternos de madera, sección por el centro

❾ Escalera normal (contrahuellas demasiado cortas)

❿ Planta con una contrahuella en a y b ≥ 20 cm

Vuelo del escalón

Contrahuella

Rellano

Huella

⓫ Tolerancias en la posición de los cantos de los peldaños (no deben sobrepasar los límites mencionados)

Perfil de los peldaños

Para evitar las manchas ocasionadas por el roce del betún de los zapatos en el frente de los peldaños → ❶, este se suele rehundir con lo que aumenta la contrahuella. Cuando la huella libre es menor de 260 mm, es preciso retranquear la tabica hasta conseguir que la huella sea ≥ 30 mm; al igual que en escaleras construidas sin tabica.

Un adulto necesita mayor anchura a la altura del pasamanos y menos a la altura de los pies. A ras de suelo, la anchura de paso puede ser menor para aumentar el ojo de la escalera. Este desplazamiento del pasamanos respecto a las zancas permite además una mayor rigidez en la fijación de la barandilla a la zanca. Dejando un ojo de escalera de 12 cm se puede fijar la barandilla de manera óptima a la zanca; pasamanos desplazado hacia el interior. Los pasamanos para niños se colocan a unos 75 cm de altura.

Los balcones, galerías, palcos, y antepechos se han de proteger con barandillas (a partir de 1 m de desnivel es obligatorio).

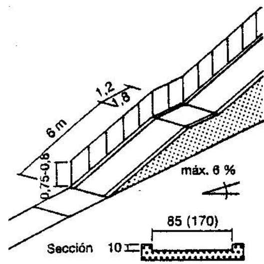
Si la altura desde el suelo es

< 12 m altura = 0,9 m

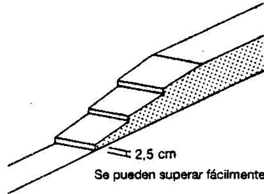
< 12 m altura = 1 m, en lugares de trabajo cuando la anchura del ojo de escalera ≤ 20 cm.

Las escaleras empinadas tienen pendientes de 45 a 55°. Si por motivos funcionales la huella ha de ser mayor, p. ej., si la longitud de la línea de huella es demasiado corta, se puede utilizar una escalera, llamada samba, con peldaños alternados → ❽ + ❿. El número de contrahuellas de una escalera reducida ha de ser el menor posible, y su altura inferior a 20 cm. La contrahuella se ha de medir (de forma alterna) en los ejes respectivos al pie izquierdo (a) y al derecho (b) → ❿.

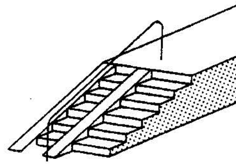
DIN 18065



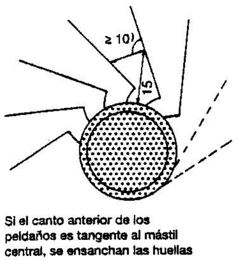
❶ Rampa con barandilla y descansillo



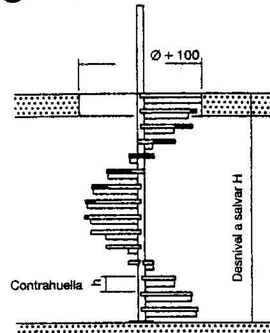
❷ Rampa escalonada



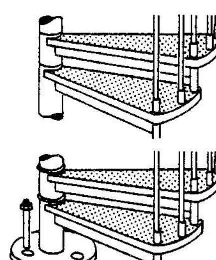
❸ Rampa con peldaños



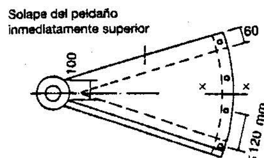
❹ Contrahuellas de una escalera de caracol



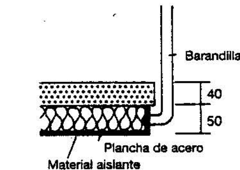
❺ Escalera de caracol con mástil



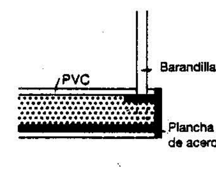
❻ Peldaños de madera, acero y piedra artificial o natural



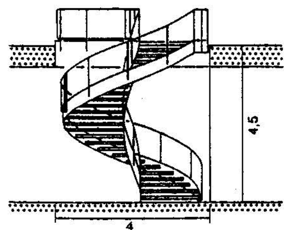
❼ Configuración de los peldaños



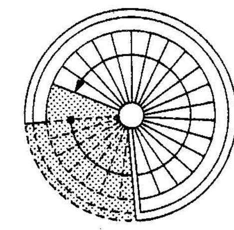
❽ Peldaño macizo de madera



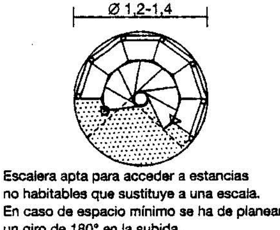
❾ Lámina de PVC sobre mortero



❿ Alzado de una escalera de caracol sin mástil



⓫ Planta de ❿



⓬ Escalera de caracol compensada con peldaños alternos

Los peatones, los discapacitados en silla de ruedas y las personas con cochecitos para niños tienen derecho a poder superar todos los desniveles.
Rampas → ❶, rampas escalonadas → ❷, rampas + peldaños → ❸, pendiente → ❶.

Escaleras de caracol con o sin mástil central

Las escaleras de caracol pueden construirse con un diámetro a partir de 210 cm en viviendas unifamiliares o pareadas (anchura mínima de paso 80 cm), y a partir de 260 cm en los demás edificios (anchura mínima de paso 1 m).

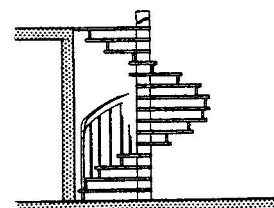
Solo está permitido construir escaleras de caracol con una anchura de paso inferior a 80 cm cuando se trata de escaleras "no necesarias según las ordenanzas" (sótanos, desvanes, etc.).

Las escaleras de caracol compensadas con peldaños traslapados ahorran espacio, y con un pilar en el centro son muy estables → ❺ - ❻.

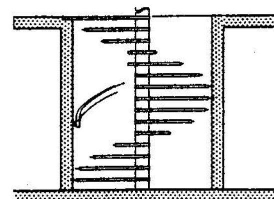
El eje central no es estrictamente necesario, de modo que puede haber escaleras de caracol de ojo abierto → ❿ - ⓫. Para escaleras giradas, el recorrido es de libre elección según los espacios reglamentados en la DIN 18065. La huella se mide desde la línea de recorrido. En los espacios curvos, el encuentro de la línea curva del recorrido con la del canto del peldaño.

Aplicación	Circulación en un solo sentido								Posibil. doble sentido		Circulación en dos sentidos								
	Comodidad relativa					Cómodas Transportar muebles			Muy cómodas Posible transportar muebles				Extraordinariamente cómodas Posible transport. muebles				Para tránsito frecuente		
Espacio auxiliar																			
Sótano, desván																			
Cuarto de juegos																			
Dormitorios, sauna																			
Piscina, laboratorio																			
Taller, jardín																			
Galería, pequeño almacén																			
Tienda, aseos																			
Viviendas dúplex, tiendas																			
Oficinas, almacenes																			
Consultas médicas, comercio																			
Salas de huéspedes																			
Escalera de incendios																			
Escalera obligatoria en viv. unif.																			
Diámetro de las escaleras (medida nominal)	1.200	1.250	1.300		1.500	1.550	1.600	1.650	1.700	1.750	1.800	1.850		2.050	2.100	2.150	2.200		2.400
Anchura de paso en mm	516	541	566	hasta	653	678	703	728	753	778	625	650	hasta	750	775	800	825	hasta	925
	Entre mástil y pasamanos										Desde una anchura de huella ≥ 10 cm								

⓭ Dimensiones mínimas de las escaleras según su función



⓮ Escalera de caracol autoportante



⓯ Escalera de caracol apoyada en la pared

DIN 18056

ESCALERAS

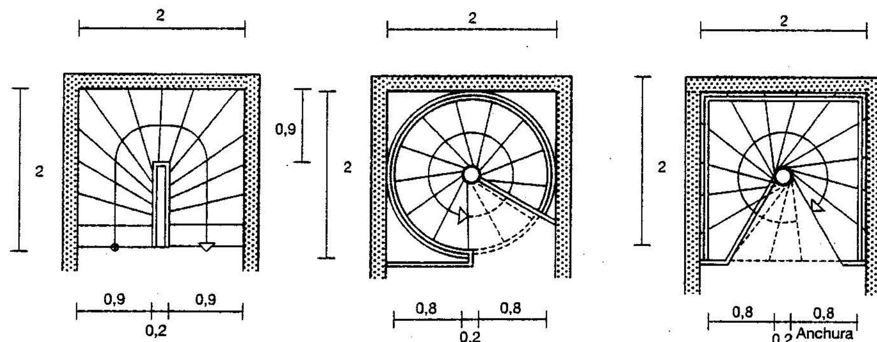
ESCALERAS DE CARACOL

A pesar de que las escaleras de caracol parecen amplias, su uso deberá evitarse allí donde cada centímetro de la huella resulte decisivo. Comparación → ❶ + ❷; escaleras construidas en un hueco de 2 x 2 m.

El mejor funcionamiento de una escalera de caracol es cuando conducen a altillos → ❼ - ❾. La construcción es más llamativa cuando se encuentra en un espacio abierto. Los descansillos deben tener un ángulo mínimo de 60° → ❹. Si la barandilla comienza desde el primer o segundo peldaño, tendrá una presencia mayor → ❺ - ❻.

Se aceptan diámetros ≥ 190 cm para escaleras únicas en una vivienda y 80 cm de ancho libre → ❷ - ❸.

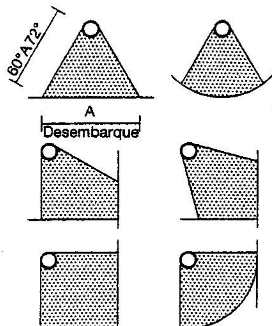
Mediante construcciones geométricas se logra un giro homogéneo de los peldaños; para lograr un recorrido homogéneo de los peldaños, las tolerancias pueden ser mayores.



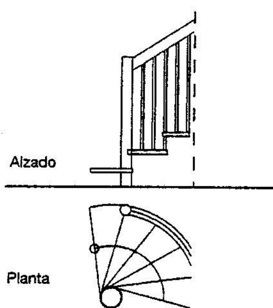
❶ Escalera compensada. Anchura útil 90 cm/huella 26,5 cm

❷ Escalera de caracol circular. Anchura útil 80 cm/huella 24 cm

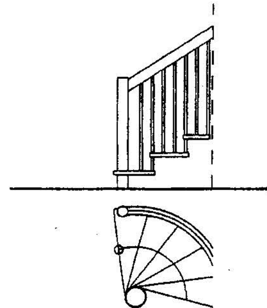
❸ Escalera de caracol de forma cuadrada



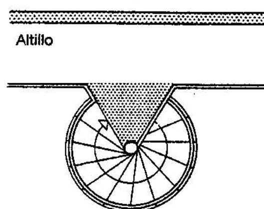
❹ Tipos de descansillos para escaleras de caracol. Anchura del acceso al descansillo igual a la de la escalera 60-72°



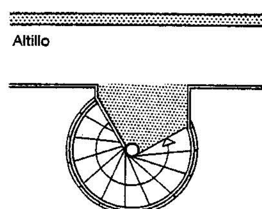
❺ Comienzo de la barandilla entre 1 y 2 peldaños. Más cómodo el acceso lateral a la escalera



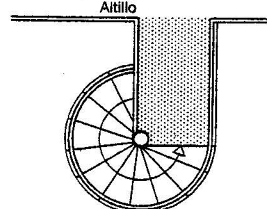
❻ Comienzo de la barandilla en el canto del primer peldaño. Visualmente la barandilla resulta más baja que → ❺



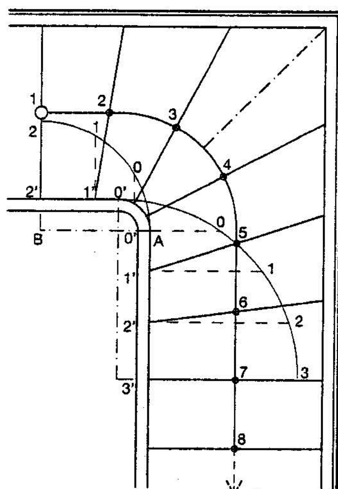
❼ Escalera de caracol con descansillo ≥ 60°



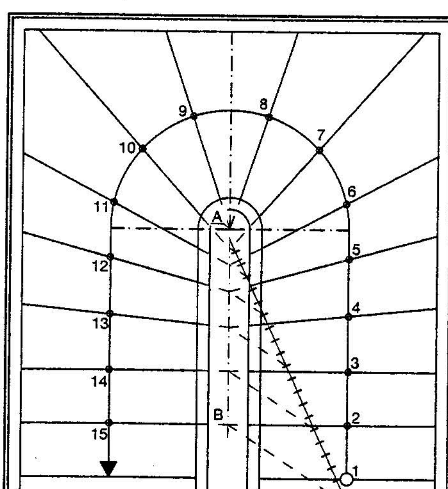
❽ Escalera de caracol con arranque oblicuo



❾ Escalera de caracol exenta con descansillo alargado



❿ Compensación radial de peldaños (en este caso, para escalera con un cuarto de giro). Esto se puede utilizar para escaleras con medio giro



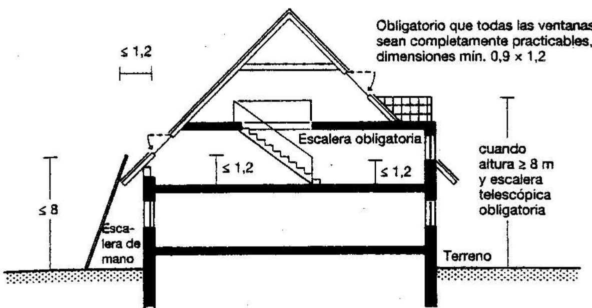
⓫ Compensación proporcional de peldaños (en este caso, para escalera con medio giro). Esto también puede aplicarse a escaleras de un cuarto de giro

Compensación radial → ❿

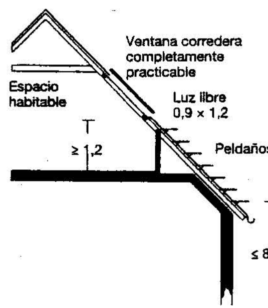
1. Determinar la línea de recorrido
2. Calcular los peldaños a la línea de recorrido, comenzar con el descansillo de esquina.
3. Calcular la anchura mínima del descansillo de esquina y los cantos.
4. El punto de intersección B del último peldaño recto según el eje de la escalera es el punto medio de la curvatura del círculo tangente en A.
5. Dirigir el punto 0' sobre el círculo y anotar el punto 0.
6. El arco entre 0 y el último peldaño recto se dividirá en la misma cantidad tramos iguales, como la cantidad de peldaños que haya entre estos puntos.
7. Al llevar estos puntos de partición sobre la zanca interior se tienen los puntos de unión de los peldaños.

Compensación proporcional → ⓫

1. Determinar la línea de recorrido
2. Calcular peldaños según la línea de recorrido.
3. En caso de que la cantidad de peldaños sean pares y de igual longitud, los peldaños inferior y superior: primero calcular el arranque medio simétrico al eje (en el ejemplo, huella 8-9). En el caso de tener peldaños en número impar: primero se ubican las pendientes del medio sobre el eje de la escalera.
4. Llevar la anchura mínima del peldaño más angosto en la zanca interior. Los puntos obtenidos por los cantos del peldaño se ubican con la línea de recorrido.
5. Cantos de los peldaños se proyectan hasta su corte (punto A).
6. El último peldaño recto se proyecta hasta el eje de la escalera (punto B).
7. AB se reparte en tramos en la proporción 1:2:3:4 (tantos partes como peldaños girados). Aquí la partición de tramos se proyecta de cualquier forma de rayos deseada.
8. Los cantos de los peldaños girados van a través de los puntos de la línea de recorrido y de los puntos de partición sobre el eje de la escalera.



1 Recorrido de evacuación



2 Tragaluces como elementos de evacuación

ESCALERAS DE EMERGENCIA

Recorrido de evacuación

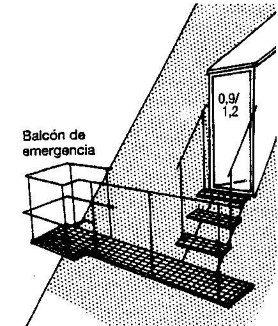
Din 18799, 24532, 14094

Los lugares donde se coloquen las escaleras de emergencia deben ser visibles para las personas que circulen por la vía pública. Este tipo de escalera permite el rescate de los usuarios de un edificio en caso de emergencia → 1 – 4 + 13.

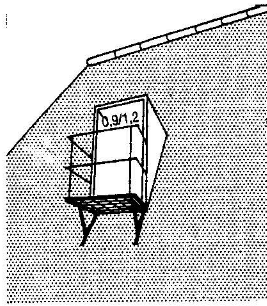
Las escalas verticales fijas son necesarias para ascender a cubiertas, chimeneas, silos, contenedores, depósitos, máquinas, instalaciones, etc.

Cuando la altura de las mismas sobrepasa los 5 m es obligatorio colocar una protección perimetral. La altura de cada tramo no debe ser superior a 10 m. → 12 – 13. Diámetro de la protección perimetral: 0,7 m.

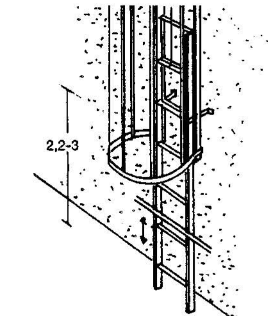
DIN 18065



3 Salida de emergencia con descansillo de espera

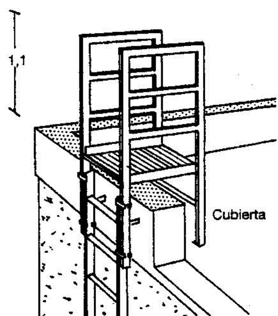


4 Balcón de emergencia/descansillo de espera

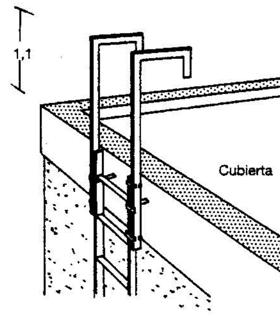


5 Tramo de acceso deslizante

Dimensiones → 9		
Altura del edificio en m desde/hasta	**Posición perimetral PP**	**Nº anclajes a pared Pares**
3- 4	-	3
4- 5	-	3
5- 6	PP	4
6- 7	PP	4
7- 8	PP	5
8- 9	PP	5
9-10	PP	6
Escalera de más de un tramo → 10 + 12		
10-11	PP	8
Meseta de transición, cada una de 1 m		
19-20	PP	13



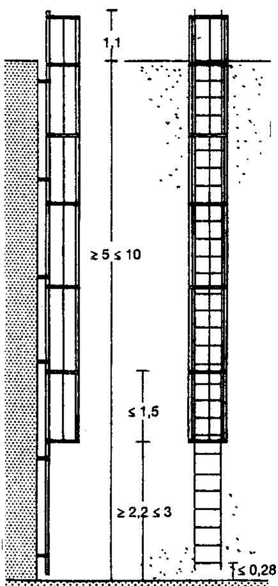
6 Desembarco de la escalera con elemento de transición



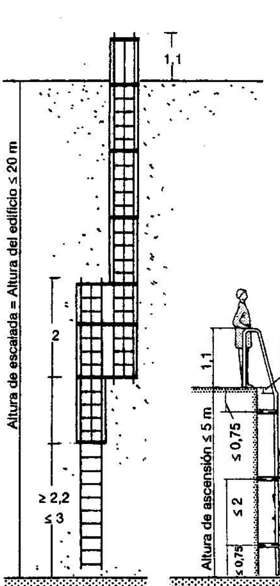
7 Desembarco de la escalera con prolongación



8 Meseta con barandilla

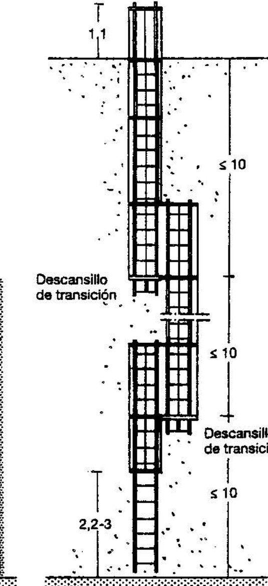


9 Escala de un tramo

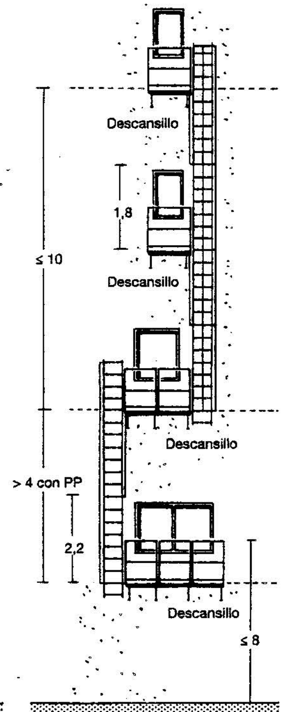


10 Escala de dos tramos

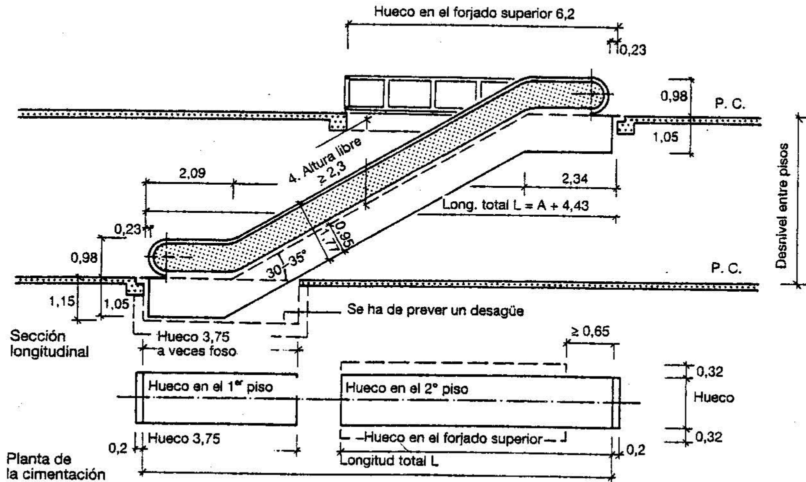
11 Escala empotrada



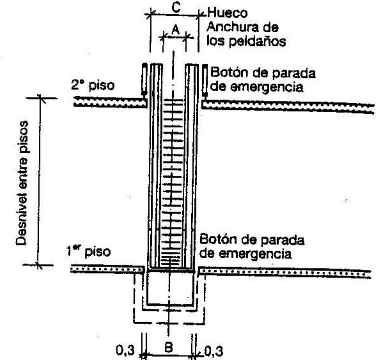
12 Escala con mesetas entre los distintos tramos



13 Escalera de incendios



❶ Escalera mecánica: sección longitudinal y planta de cimentación



❷ Vista frontal de la escalera mecánica

Capacidad de transporte

$C = 3.600 \times \frac{N \times v}{t} \times f$ (pers./h)

donde
N = número de personas por peldaño (1; 1,5; 2)
v = velocidad de la escalera
t = profundidad de los peldaños
f = factor de aprovechamiento de la escalera: 0,5-0,8

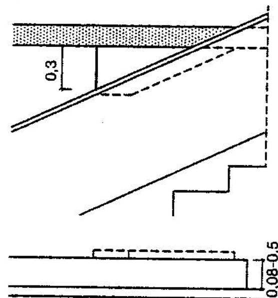
❸ Cálculo general para capacidad de carga

Anchura peldaños	800	1.000
A	805-820	1.005-1.020
B	1.320-1.420	1.570-1.620
C	1.480	1.680
Rendimiento/h	7.000-8.000 personas	8.000-10.000 personas

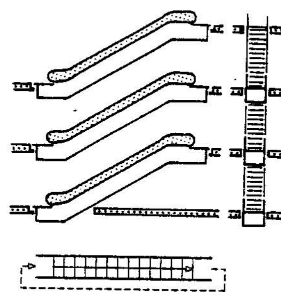
❹ Dimensiones y prestaciones de escaleras mecánicas con una pendiente entre 30° y 35° (27°/18°)

Velocidad	Duración de la ascensión de 1 persona	Con una anchura suficiente para 1 persona	2 personas, una al lado de otra
0,55 m/seg.	≈ 18 seg.	4.000	8.000
0,65 m/seg.	≈ 14 seg.	5.000	10.000
		Persona/h transportada	

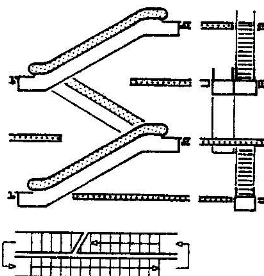
❺ Prestación



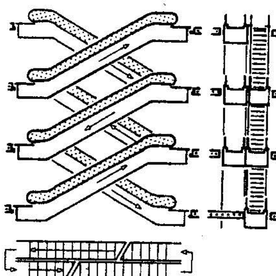
❻ Detalle de protector contra atrapamiento



❼ Escaleras superpuestas en paralelo



❽ Escaleras superpuestas con cambio de sentido

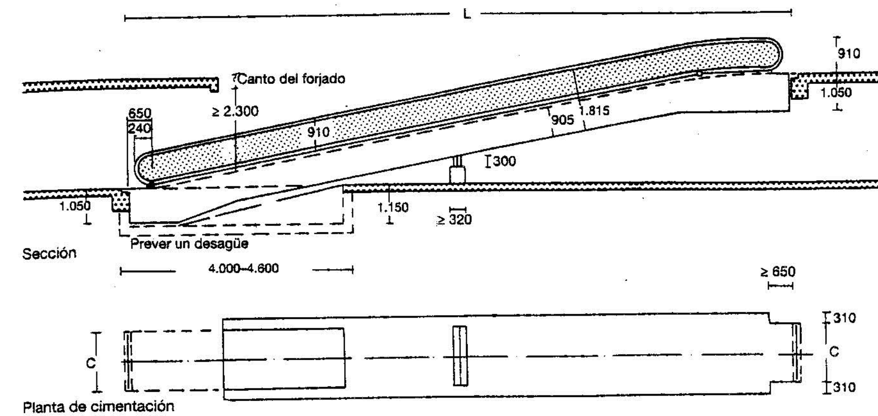


❾ Escaleras dobladas en sentido opuesto

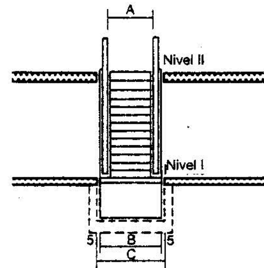
En Alemania, para la instalación y el mantenimiento de escaleras mecánicas rige la norma "Directrices para escaleras mecánicas" publicadas por la Asociación de Industriales y Fabricantes. Las escaleras mecánicas se utilizan para el transporte ininterrumpido de personas (según las ordenanzas, no pueden considerarse estrictamente como escaleras, sino como medios mecánicos de elevación y transporte). Las escaleras mecánicas, p. ej., en los grandes almacenes, tienen una pendiente de 30° o 35°; la de 35° de pendiente es la más económica porque ocupa menos espacio en planta.
Para alturas exigidas de ≥ 6 m se exige que la escalera tenga 30° (DIN EN 115). La capacidad de carga es más o menos igual en ambas pendientes. Para equipamientos de tránsito, la pendiente debe ser 27-28°.
Este ángulo corresponde a la relación de 16 × 30 cm, tal como es una escalera cómoda.
La anchura de los peldaños se determina a partir de la norma de utilización universal: 60 cm (1 persona), 80 cm (1 - 2 personas), 100 cm (2 personas) → ❸ - ❺. Con una anchura de 100 cm hay suficiente espacio para una persona con bolsas.
Prever suficiente espacio libre a la salida y delante del arranque de la escalera, ≥ 2,5 m de profundidad.
Por lo general, en grandes edificios de oficinas, grandes almacenes, aeropuertos y palacios de congresos la velocidad no debe ser superior 0,5 m/s.
En las estaciones de metro e instalaciones de transporte público suele preferirse una velocidad de 0,65 m/s.
Porcentaje de usuarios que utilizan los diferentes medios de desplazamiento vertical para subir, en los grandes almacenes: escaleras fijas 2 %, ascensores 8 %, escaleras mecánicas 90 %. Cerca del 75 % utiliza las escaleras mecánicas también para descender.
Aunque actualmente se instale una escalera mecánica por cada 1.500 m² de superficie de ventas, lo óptimo sería instalar una por cada 500 a 700 m².
Las escaleras mecánicas en edificios públicos deben cumplir las "Directrices para escaleras mecánicas" (Bostrab), que impone severas condiciones de funcionamiento, instalación y seguridad.
Pendiente entre 27°, 18° y 30°.
Dimensiones y prestaciones → ❶ - ❷, ❹.

Longitud en planta → ❶

En caso de 30° de pendiente = 1,732 × altura de nivel
En caso de 35° de pendiente = 1,428 × altura de nivel
Ejemplo: altura de nivel es 4,5 m y tiene 30° de pendiente (en algunos países no está permitida la pendiente de 35°). Longitud en planta: 1,732 × 4,5 = 7,794. Con las superficies planas de arranque y llegada resulta una longitud de unos 9 m. Al mismo tiempo, pueden estar de pie aprox. 20 personas en la escalera.



❶ Rampa mecánica, sección longitudinal y planta de cimentación



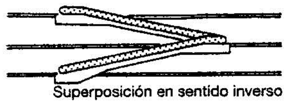
❷ Sección transversal → ❶

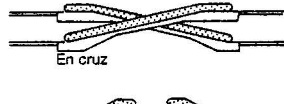
Tipo		80	100
A		800	1.000
B		1.420	1.620
C		1.500	1.700

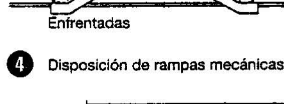
❸ Dimensiones → ❶ – ❷











❹ Disposición de rampas mecánicas

❺ Una personas con carrito de compra, 60 cm anchura (80 cm)

❻ Dos personas, 1 m de anchura

La capacidad de una rampa mecánica se calcula con la fórmula:

$$Q = \frac{K \cdot B \cdot V \cdot 3600}{0{,}25} \text{ personas/h}$$

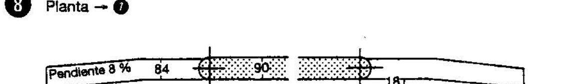
donde:
B = anchura libre en metros,
V = velocidad en m/s,
K = factor de ocupación.
Entre 0,5 y 0,9; valor medio: 0,7.
El 0,25 en el divisor se deriva de una superficie de 0,25 m²/persona.



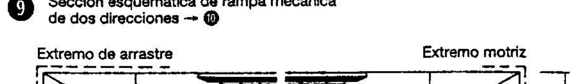
❼ Sección de una rampa mecánica con cinta transportadora de goma — Con placas articuladas



❽ Planta → ❼



❾ Sección esquemática de rampa mecánica de dos direcciones → ❿




❿ Planta de rampa mecánica de dos direcciones, con giro de la cinta transportadora en horizontal → ❾

RAMPAS MECÁNICAS PARA GRANDES ALMACENES
(DIRECTRICES COMUNES A RAMPAS Y ESCALERAS MECÁNICAS)
EN 115

Las rampas o las cintas transportadoras son medios para el transporte de personas en superficies horizontales o de poca pendiente. La ventaja de las rampas mecánicas frente a las escaleras es que permiten transportar carros de compra, sillas de ruedas, bicicletas y cochecitos de niños, sin apenas peligro de accidente. Al proyectarlas se ha de prever cuidadosamente el número de posibles usuarios, para optimizar su rendimiento; éste depende en gran medida, de la anchura, la velocidad y el factor de ocupación. Se pueden llegar a transportar de 6.000 a 12.000 personas/h. Máxima pendiente de las rampas mecánicas 12° = 21 %. Velocidad normal: 0,5 a 0,6 m/s. Las rampas de pendiente inferior a 4° pueden funcionar a una velocidad algo mayor, hasta 0,75 m/s. Las rampas mecánicas más cortas suelen tener una longitud de unos 30 m y las más largas hasta 250 m. En este caso se han de prever rellanos intermedios para facilitar la salida o el acceso desde varios puntos.

La ventaja de los tapices rodantes de dos direcciones se debe a la posibilidad de utilizar la misma cinta transportadora haciéndola girar horizontalmente por los extremos → ❾ – ❿, en oposición a → ❼ – ❽. Su escaso grosor (180 mm) permite instalarlos en edificios existentes.

Valores de la cotangente del ángulo de inclinación de la rampa

Fórmula = cotg B × desnivel

pendiente en grados	10°	11°	12°
cotg B	5,6712	5,1446	4,7046

p. ej., desnivel = 5 m, pendiente 12°

Longitud = 4,7046 × 5 m = redondeado, 23,52 m

Pendiente	10°	11°	12°
d	S × 5,6713 + 15.480	S × 5,1446 + 14.100	S × 4,7046 + 12.950
g	6.400	5.900	5.450
i	H × 5,6713 + 3.340	H × 5,1145 + 3.150	H × 4,7046 + 2.990

⓫ Dimensiones y rendimiento de las cintas transportadoras horizontales → ❶

Cinta horizontal	Con placas articuladas	Cinta transp. de goma	Cinta doble
Anchura útil S	800 + 1.000	750 + 950	2 × 800 + 2 × 1.000
Anchura exterior B	1.370 + 1.570	1.370 + 1.570	3.700 + 4.200
Ejecución	Construcción horizontal ≥ 4° inclinación		
Longitud de un sector	12 -16 m		~10 m
Separación entre apoyos	En función de los requisitos estructurales		
Máxima longitud	225 m - 300 m		
Capacidad de transporte	40 m/min		11.000 pers./h

⓬ Dimensiones y rendimiento de las cintas transportadoras horizontales → ❼ – ❽

DIN 15306, DIN 15309, DIN EN 81, Directrices para ascensores 95/16/EG

ASCENSORES

CONCEPTOS

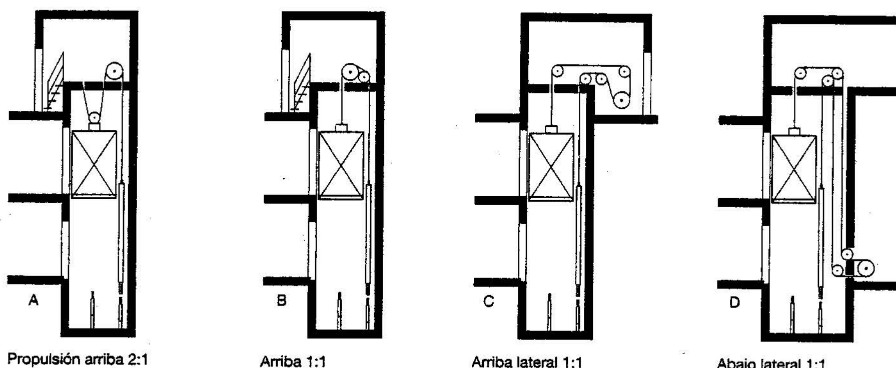
Por norma general, todos los ascensores deben encontrarse en el punto de origen de las circulaciones de las personas. Debe contar con el espacio suficiente de descarga y que no limite con peldaños de escalera → pág. 142 (disposición de DIN 18024). Proyectar meticulosamente su disposición al lado de las zonas de circulación.

Existen dos tipos de accionamiento para ascensores:

1. De poleas (asc. cables) → 1
2. Hidráulico → 2 – 3

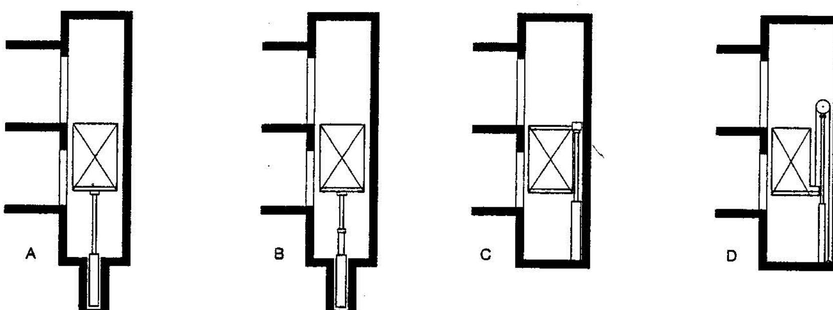
Lo ideal es que la propulsión de los **ascensores de cables** se encuentre en la parte superior de la caja de ascensores. El peso de la cabina vacía, así como la mitad de la carga útil, se compensa con el contrapeso. Cada sistema motriz tiene ventajas e inconvenientes. Un accionamiento superior lateral o inferior lateral tiene poleas adicionales y presenta más costes de funcionamiento. El motor y los mandos pueden estar en un cuarto de máquinas separado, si no es posible, en la caja de ascensores → pág. 146.

Los **ascensores hidráulicos** funcionan con un émbolo a presión → 2 – 3 que puede estar colocado directa o indirectamente. El montaje del émbolo con un tubo de protección embebido en el terreno no es adecuado en la actualidad por la normativa dictada para evitar la contaminación de las aguas freáticas. Uso de un émbolo a tracción → 3 B – D puede ser importante en casos aislados. En su construcción básica, el émbolo a tracción compensa una parte del peso de la cabina, efecto que puede ser aumentado al añadir un contrapeso adicional → 3 D. Como en el émbolo a presión, el motor de la bomba solo trabaja cuando la carga se mueve hacia arriba y —cuando esta baja— tan solo se abre la válvula sin precisar energía, el consumo total se reduce casi a la mitad.



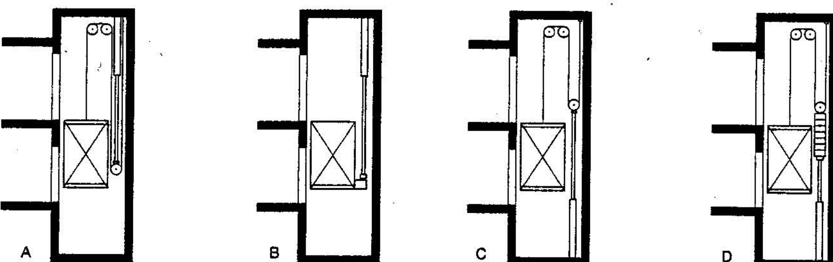
Propulsión arriba 2:1 | Arriba 1:1 | Arriba lateral 1:1 | Abajo lateral 1:1

1 Ascensores de propulsión de cables



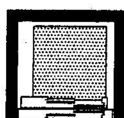
Propulsión directa central | Propulsión directa central telescópica | Propulsión directa lateral | Propulsión indirecta lateral polipasto 2:1

2 Ascensores hidráulicos

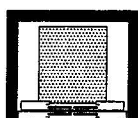


Émbolo a presión suspendido 2:1 | Émbolo a tracción suspendido 1:1 | Émbolo a tracción indirecta 2:1 | Émbolo a tracción indirecta con contrapeso adicional

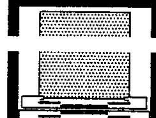
3 Ejecuciones especiales de ascensores hidráulicos → 1 – 2



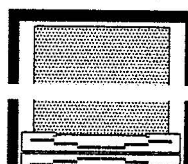
Puerta telescópica a un solo lado: anchura de caja = 1,5 × anchura libre de paso (PL) + 27 cm > 1,6 m



Puerta corredera central: anchura de caja = 2 × anchura libre de paso (PL) + 20 cm > 1,8 m (para cabinas que deben ser vaciadas rápidamente)

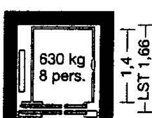


Puerta telescópica de 4 partes: la anchura de caja depende del tipo de propulsión



Puerta telescópica de 6 partes: para cabinas con huecos grandes, p. ej., hospitales, industria

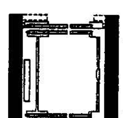
4 Tipos de aberturas de puertas y anchos de caja de ascensores



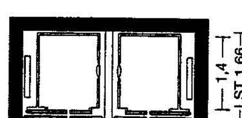
5 Planta ascensor → pág. 142 y ss.



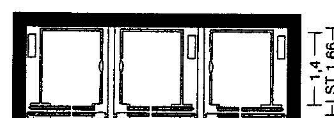
Apto para sillas de ruedas



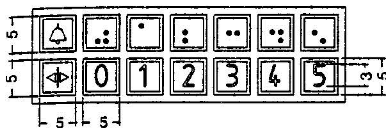
Con acceso doble enfrentado



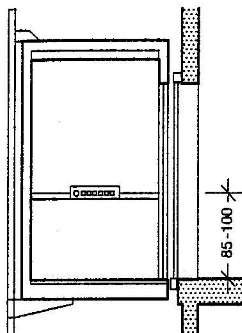
Grupo doble



Grupo triple

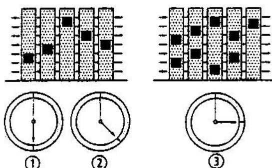


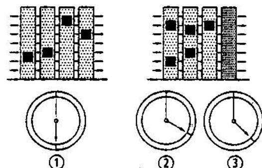
1 Los elementos de control para discapacitados deben instalarse a una altura de 85-100 cm sobre el suelo de la cabina, en la zona media de la cabina de ascensor → **2**. Siempre que sea posible serán tableros con botones de unos 3 x 3 cm, con el rótulo en alto contraste, en letra braille y con señales acústicas.



2 Elementos de control para personas con discapacidad

3 Transporte recomendado para pasajeros en un grupo de tres ascensores según el control del destino



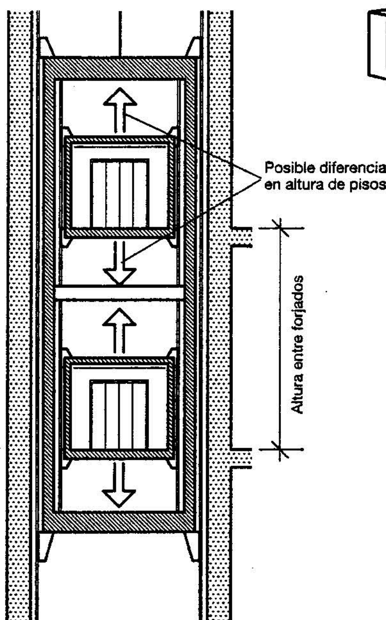


Tiempo hasta llegar a destino
① 5 cajas de ascensor con control convencional
② 5 cajas con control de elección de destino
③ 4 cajas con ascensores tipo *twin*.

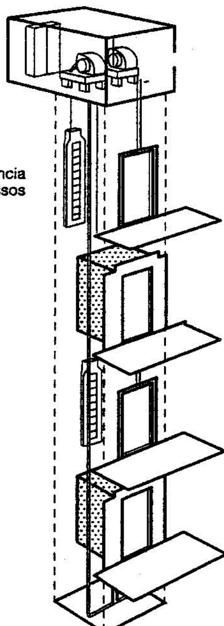
4 Coeficiente de rendimiento en ascensores de múltiples cabinas con igual cantidad de cajas

Tiempo hasta llegar a destino
① 4 cajas de ascensores con control convencional
② 2 cajas con ascensores tipo *twin*
③ 2 cajas con cabinas dobles

5 Coeficiente de rendimiento en ascensores con múltiples cabinas en caso de reducción de las cajas de ascensor



6 Equipo de múltiples cabinas con mecanismo que iguala las distintas alturas en los niveles



7 Equipo de múltiples cabinas con dos cabinas en una caja de ascensor (sistema TWIN Thyssen Krupp)

Control colectivo de un botón

El control graba los datos de llamadas y destinos y se desplaza según un comando interno hasta el destino. Las llamadas externas serán consideradas solo durante el recorrido de regreso, para así poder transportar a los usuarios a la parada principal. Este sistema simple de control es indicado sobre todo en edificios con escasa frecuencia de uso de ascensores y con una parada principal, como en edificios de viviendas o de párking.

Control colectivo ascendente-descendente de dos botones

En este caso también se indica la dirección deseada con la llamada externa. El ascensor procesa en primera línea los comandos internos, pero se detiene para tomar pasajeros que se encuentren en el recorrido. Los controles colectivos de dos botones son especialmente indicados para edificios con mucho tráfico entre niveles, como en edificios comerciales y de oficinas. En el caso de grupos de ascensores pueden incluirse las llamadas y destinos de todos los ascensores.

Control de elección de destino

Para elegir el destino o el control del destino el usuario debe pulsar el destino deseado en una terminal. Es entonces cuando recibe un ascensor que ha mandado el sistema. Por lo general, en la cabina no hay botones.

En el caso de un grupo de ascensores, el control de elección de destino posibilita optimizar notablemente la capacidad de transporte. El usuario no necesita diferenciar entre ascensores rápidos y de paradas periódicas, tampoco deben ser visibles desde una sala de espera todos los accesos a los ascensores. Los ascensores especiales, como los de dos niveles y de múltiples cabinas, pueden integrarse en el grupo de ascensores.

Este tipo de control es indicado sobre todo en torres y rascacielos, y en edificios que tienen distintos niveles de seguridad y/o deben impedir los accesos de ciertas personas, ya que el control también permite el uso de controles de acceso mediante elementos de identificación (lector de tarjetas, código PIN, etc.), como en hoteles, espacios de personal y de alquiler a personas ajenas → **3**.

Ascensores de dos niveles

Dos cabinas unidas entre sí que recorren siempre dos niveles (uno encima del otro). De este modo, en el mismo tamaño de la caja de ascensor puede ser transportada una gran cantidad de personas. El nivel de acceso y la azotea deben ser ejecutados en dos niveles. Si deben recorrer niveles de forma única, el flujo de público debe separarse mediante escaleras mecánicas en niveles pares e impares. Los ascensores de dos niveles son indicados para el acceso a miradores y restaurantes o como ascensor rápido a la azotea en edificios de gran altura → **6**.

Ascensores de múltiples cabinas

Dos o más cabinas se mueven independientemente una sobre la otra por los mismos raíles, donde cada cual está equipada con su propio grupo tractor de polea y contrapeso → **7**.

Mediante un control de elección de destino, además de este, antes de acceder al ascensor se procesará la parada final del usuario, de modo que el control del ascensor emitirá un sonido y se hará cargo de que ambos ascensores no se obstaculicen → **3**.

Con este sistema puede conseguirse un 30 % más de capacidad con la misma cantidad de cajas de ascensor. Tiene sentido su uso solo en grupos de ascensores de un mínimo de 50 m de altura, pues las cabinas en una sola caja no pueden adelantarse, la conexión entre el último nivel y el nivel más bajo no es posible sin un transbordo. Por ello, los equipos de múltiples cabinas deben complementarse al menos con un ascensor rápido convencional → **4** + **5**.

DIN 15306, DIN 15309, DIN EN 81, Directrices para ascensores 95/16/EG

Ascensores en torres y rascacielos → pág. 258

DIN 15306,
DIN 15309,
DIN EN 81,
ufzR 95/16/EG

ASCENSORES
DE PERSONAS EN EDIFICIOS PÚBLICOS

La circulación vertical en los edificios de varias plantas de nueva construcción se realiza fundamentalmente con ascensores. Por lo general, el arquitecto diseña la instalación de ascensores con la colaboración de un ingeniero especializado. En los grandes edificios de varias plantas es conveniente agrupar los ascensores en torno a un nudo de circulación. Los montacargas se han de separar visualmente, con claridad, de los ascensores para personas, pero al mismo tiempo se ha de prever su uso para la circulación de personas en las horas punta.

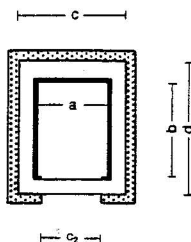
Capacidades de carga de los ascensores en edificios de viviendas:

400 kg (ascensor pequeño)	para personas, con paquetes.
630 kg (ascensor medio)	permiten el acceso a cochecitos de niños y sillas de ruedas
1.000 kg (ascensor grande)	permiten el traslado de enfermos, ataúdes, muebles y sillas de ruedas de personas con discapacidad → ❽.

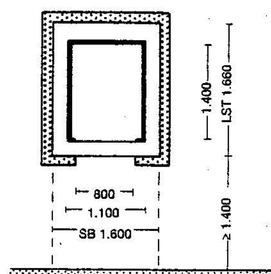
Las dimensiones del espacio de espera delante de los ascensores se ha de diseñar de manera

- que los usuarios que entran y salen, incluso llevando equipaje de mano, no se molesten mutuamente más de lo imprescindible;
- que la mayor carga a transportar (p. ej., cochecito de niño, silla de ruedas, camilla, ataúd, mueble) se pueda entrar y sacar sin riesgo de daños a las personas, elementos constructivos o al propio ascensor.

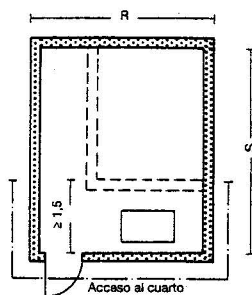
Espacio de espera delante de un ascensor aislado.
La distancia útil entre la puerta del ascensor y la pared opuesta ha de ser al menos igual a la profundidad de la cabina → ❷.
La superficie útil ha de ser al menos igual a la profundidad de la cabina multiplicada por la anchura de la caja del ascensor.
Espacio de espera delante de un grupo de ascensores alineados.
La distancia útil entre la puerta del ascensor y la pared opuesta ha de ser al menos igual a la profundidad de la cabina más profunda.



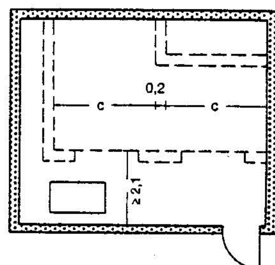
❶ Planta de la caja ascensor → ❽



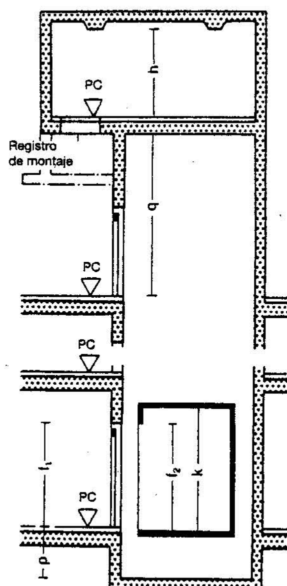
❷ Espacio de espera para un ascensor



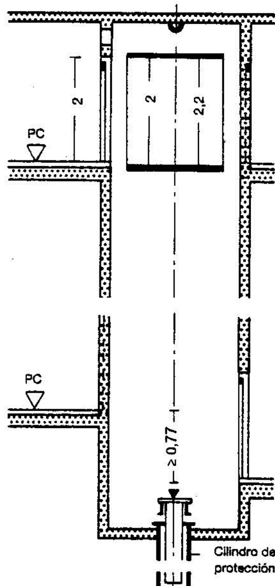
❸ Cuarto de máquinas



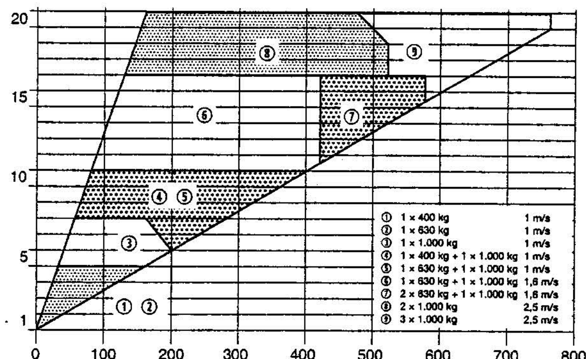
❹ Cuarto de máquinas de un grupo de ascensores



❺ Caja de ascensor y cuarto de máquinas



❻ Caja de ascensor hidráulico



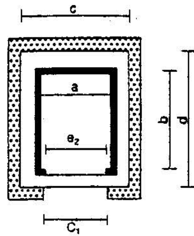
❼ Capacidad de transporte para edificios de viviendas

<table>
<tr><td></td><td>Capacidad de carga</td><td>kg</td><td colspan="3">400</td><td colspan="4">630 ♿</td><td colspan="4">1000 ♿</td></tr>
<tr><td></td><td>Velocidad transporte</td><td>≦ m/s</td><td>0,63</td><td>1</td><td>1,6</td><td>0,63</td><td>1</td><td>1,6</td><td>2,5</td><td>0,63</td><td>1</td><td>1,6</td><td>2,5</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Caja ascensor</td><td>Anch. mín. de la caja c</td><td>mm</td><td colspan="11">1.600 + 1.800 → ❶</td></tr>
<tr><td>Prof. mín. de la caja d</td><td>mm</td><td colspan="3">1.600</td><td colspan="4">2.100</td><td colspan="4">2.600</td></tr>
<tr><td>Prof. mín. del foso p</td><td>mm</td><td>1.400</td><td>1.500</td><td>1.700</td><td>1.400</td><td>1.500</td><td>1.700</td><td>2.800</td><td>1.400</td><td>1.500</td><td>1.700</td><td>2.800</td></tr>
<tr><td>Altura mín. cabeza de la caja a</td><td>mm</td><td>3.700</td><td>3.800</td><td>4.000</td><td>3.700</td><td>3.800</td><td>4.000</td><td>5.000</td><td>3.700</td><td>3.800</td><td>4.000</td><td>5.000</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Puerta</td><td>Anch. libre paso caja c_1</td><td>mm</td><td colspan="11">800 ♿ mín. 900</td></tr>
<tr><td>Alt. libre paso en caja s_1</td><td>mm</td><td colspan="11">2.000</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Cuarto máquinas</td><td>Superficie mínima del cuarto de máquinas</td><td>m²</td><td colspan="2">8</td><td>10</td><td>10</td><td>12</td><td colspan="2">14</td><td>12</td><td>14</td><td colspan="2">15</td></tr>
<tr><td>Anchura mínima del cuarto de máquinas r</td><td>mm</td><td colspan="2">2.400</td><td>2.400</td><td>2.700</td><td>2.700</td><td colspan="2">3.000</td><td>2.700</td><td>2.700</td><td colspan="2">3.000</td></tr>
<tr><td>Prof. mínima del cuarto de máquinas s</td><td>s mm</td><td colspan="2">3.200</td><td>3.200</td><td>3.700</td><td>3.700</td><td colspan="2">3.700</td><td>4.208</td><td>4.200</td><td colspan="2">4.200</td></tr>
<tr><td>Altura mínima del cuarto de máquinas h</td><td>mm</td><td colspan="2">2.000</td><td>2.200</td><td>2.000</td><td>2.200</td><td colspan="2">2.600</td><td>2.000</td><td>2.200</td><td colspan="2">2.600</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Cabina</td><td>Anch. libre de cabina s</td><td>mm</td><td colspan="11">1.100</td></tr>
<tr><td>Profund. libre de cabina b</td><td>mm</td><td colspan="3">950</td><td colspan="4">1.400</td><td colspan="4">2.100</td></tr>
<tr><td>Altura libre de cabina k</td><td>mm</td><td colspan="11">2.200</td></tr>
<tr><td>Anchura libre de acceso a la cabina c_1</td><td>mm</td><td colspan="11">800 ♿ mín. 900</td></tr>
<tr><td>Altura libre de acceso a la cabina f_1</td><td>mm</td><td colspan="11">2.000</td></tr>
<tr><td>Número máximo personas</td><td></td><td colspan="3">5</td><td colspan="4">8</td><td colspan="4">13</td></tr>
</table>

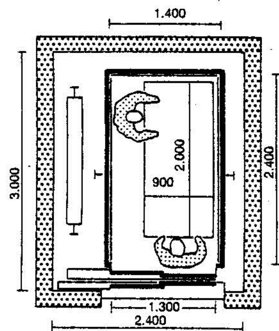
❽ Dimensiones características de los ascensores → ❶ – ❻

PREFERENTEMENTE EN OFICINAS, BANCOS, HOTELES, ETC.

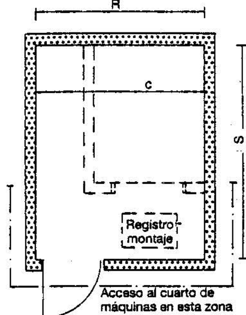
MONTACAMAS



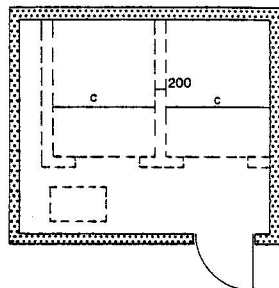
❶ Puerta de caja de ascensor



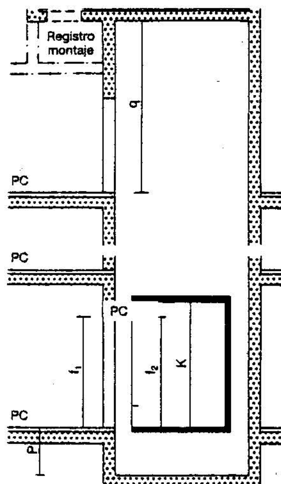
❷ Ascensor para camillas



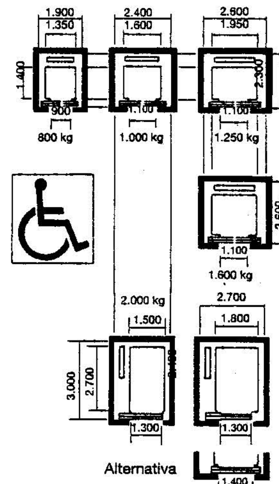
❸ Cuarto de máquinas



❹ Cuarto de máquinas de un grupo de ascensores



❺ Caja de una ascensor aislado



❻ Tabla de ascensores más usuales → ❽ - ❾

El tipo de edificio y la función a que se destine determinan la clase de ascensor a instalar. Los ascensores sirven para el transporte vertical de personas y enfermos y son instalaciones mecánicas de larga duración (vida media aprox.: 25-40 años). Por lo tanto, deben proyectarse de manera que se adapten a las exigencias crecientes con el paso del tiempo. Las modificaciones en instalaciones mal diseñadas o demasiado pequeñas son caras o imposibles. En el proyecto se han de comprobar detalladamente las estimaciones sobre la circulación de personas y prever grupos de ascensores en la caja de escalera del edificio.

Análisis de la circulación: formas y definiciones.

Tiempo de recorrido: el valor calculado proporciona el tiempo que necesita un ascensor para realizar todo el trayecto, dadas unas características de circulación determinadas.

El tiempo medio de espera es el tiempo transcurrido desde que se llama al ascensor hasta la llegada de la cabina.

$$\text{Tiempo medio de espera (s)} = \frac{\text{tiempo del recorrido (s)}}{\text{n° de ascensores/grupo}}$$

Capacidad de transporte: la máxima capacidad de transporte que se puede alcanzar en un intervalo de 5 min.se calcula:

$$\frac{300\ \text{(s)} \times \text{capacidad de la cabina (n° de personas)}}{\text{tiempo de recorrido (s)} \times \text{n° de ascensores por grupo}}$$

Porcentaje de la capacidad de transporte:

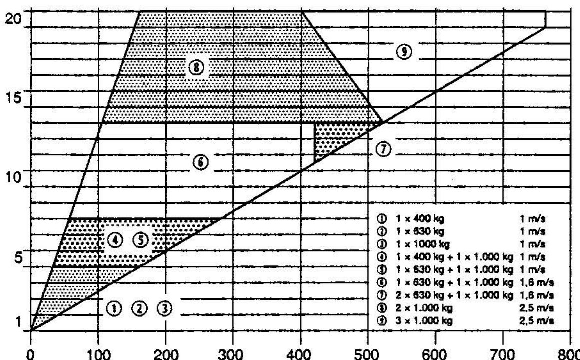
$$\text{Capacidad de transp. \%} = \frac{100 \times \text{capacidad transp. (pers.)}}{\text{ocupación del edificio (pers.)}}$$

Capacidad de carga	kg	800 ♿				1.000 (1.250) ♿				1.600 ♿			
Velocidad nominal	m/s	0,63	1	1,6	2,5	0,63	1	1,6	2,5	0,63	1	1,6	2,5
Anchura mín. carga	c	1.900				2.400 (2.600)				2.600			
Profund. mín. carga	d	2.300				2.300 (2.600)				2.600			
Profundidad mínima del foso	p	1.400	1.500	1.700	2.800	1.400	1.700		2.800	1.400	1.900		2.800
Altura mínima de la cabeza de la caja	q	3.800		4.000	5.000	4.200			5.200	4.400			5.400
Anch. libre paso en caja	c_1	800 ♿ mín. 900				1.100				1.100			
Altura libre paso en caja	f_1	2.000				2.100				2.100			
Superficie mínima del cuarto de máquinas	m²	15			18	20				25			
Anchura mínima del cuarto de máquinas	R	2.500			2.800	3.200				3.200			
Profundidad mín. del cuarto de máquinas	S	3.700			4.900	4.900				5.500			
Altura mínima del cuarto de máquinas	h	2.200			2.800	2.400			2.800	2.800			
Anchura libre cabina	a	1.350				1.500				1.950			
Profundidad libre cabina	b	1.400				1.400				1.750			
Altura libre cabina	k	2.200				2.300				2.300			
Anch. libre cabina	e_2	800 ♿ mín. 900				1.100				1.100			
Alt. libre acceso cabina	f_2	2.000				2.100				2.100			
Número máx. personas		10				13 (16)				21			

❽ Dimensiones de obra para otros usos diferentes a las viviendas (oficinas, bancos, hoteles) en mm → ❶ – ❻. Los ascensores deben poder transportar sillas de ruedas

Capacidad de carga	kg	1.600				2.000				2.500			
Velocidad nominal	m/s	0,63	1	1,6	2,5	0,63	1	1,6	2,5	0,63	1	1,6	2,5
Anchura mín. carga	c	2.400								2.700			
Profund. mín. carga	d	3.000				3.300							
Profundidad mínima del foso	p	1.800	1.700	1.900	2.800	1.600	1.700	1.900	2.800	1.800	1.900	2.100	3.000
Altura mínima de la cabeza de la caja	q	4.400			5.400	4.400			5.400	4.800			5.600
Anch. libre paso en caja	c_1[7]	1.300								1.300(1400)[8]			
Altura libre paso en caja	f_1	2.100											
Superficie mínima del cuarto de máquinas	m²	26				27				29			
Anchura mínima del cuarto de máquinas	r	3.200								3500			
Profundidad mín. del cuarto de máquinas	s	5.500				5.800							
Altura mínima del cuarto de máquinas	h	2.800											
Anchura libre cabina	a	1.400				1.500				1.800			
Profundidad libre cabina	b	2.400				2.700							
Altura libre cabina	k	2.300											
Anch. libre cabina	e_2[7]	1.300								1.300 (1.400)[8]			
Alt. libre acceso cabina	f_2	2.100											
Número máx. personas		21				26				33			

❾ Dimensiones características de los ascensores → ❶ - ❻



❼ Capacidad de transporte para edificios de viviendas con o sin plantas de oficinas

DIN 15306, DIN 15309, DIN EN 81, Directrices para ascensores 95/16/EG

DIN 15306,
DIN 15309,
DIN EN 81,
AufzR 95/16/EG

ASCENSORES

ASCENSORES HIDRÁULICOS

Montacargas pequeños: capacidad de carga ≤ 300 kg, superficie de la cabina ≤ 1 m²; para paquetes pequeños, actas, alimentos, etc. No accesible. La estructura de la caja suele ser de perfiles metálicos.
Revestimiento perimetral con materiales no combustibles → ❶ - ❻. Cálculo de la capacidad de transporte de los montacargas → ❼. Aplicar la siguiente fórmula para calcular el tiempo de un recorrido en segundos:

$$Z = 2\frac{h}{v} + B_z + H\,(t_1 + t_2) = \ldots s$$

2 = factor constante para un recorrido de ida y vuelta, h = altura de elevación, v = velocidad, Bz = tiempo de carga y descarga en seg, H = n° de paradas
t_1 = tiempo de aceleración y frenado en segundos
t_2 = tiempo de abertura y cierre de las puertas de una hoja: 6 s; de dos hojas: 10 s; puertas correderas en vertical: 3 s. La capacidad de transporte C se obtiene a partir del tiempo de un recorrido con la siguiente fórmula:

$$C = \frac{60}{\text{tiempo recorrido en s}} =$$

$$= \frac{60}{Z} = \ldots \text{recorrido/m}$$

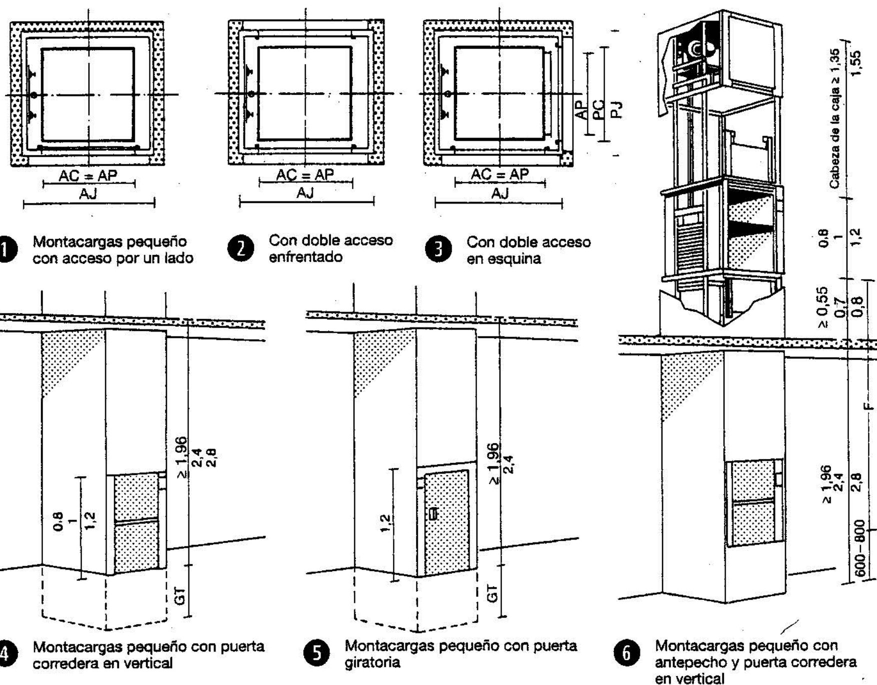
Construcción: el cuarto de máquinas podrá cerrarse, estar suficientemente iluminado y tener unas dimensiones que ofrezcan seguridad en caso de accidente, Altura de la maquinaria ≥ 1,8 m. Montacargas de alimentos en hospitales: la caja debe tener un revestimiento interior plano y lavable.

Montacargas

Los montacargas son instalaciones destinadas a: a) transportar cargas, o b) transportar personas empleadas en el edificio.

Precisión de parada

Montacargas sin retardo, entre 20-40 mm
Montacargas y ascensores de personas: ± 10-30 mm
Velocidad: 0,25; 0,4; 0,63; 1 m/s.



❶ Montacargas pequeño con acceso por un lado

❷ Con doble acceso enfrentado

❸ Con doble acceso en esquina

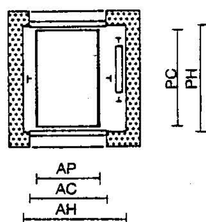
❹ Montacargas pequeño con puerta corredera en vertical

❺ Montacargas pequeño con puerta giratoria

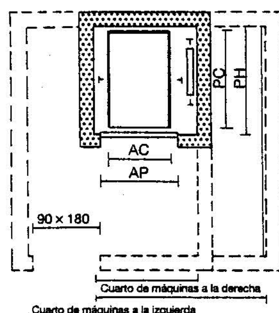
❻ Montacargas pequeño con antepecho y puerta corredera en vertical

Características		Un acceso y doble acceso enfrentado							Doble acceso en esquina				
Capacidad de carga	Q [kg ≥				100			300			100		
Velocidad	v [m/s ≥				0,45			0,3			0,45		
Anch. cabina = anch. puerta	AC = AP	400	500	600	700	800	800	800	500	600	700	800	800
Profundidad de la cabina	PC	400	500	600	700	800	1.000	1.000	500	600	700	800	1.000
Alt. cabina = altura puerta	HC = HP			800			1.200	1.200			800		1.200
Anch. puerta, 2 accesos en esq.	A2	–	–	–	–	–	–	–	350	450	550	650	850
Anchura de la caja	AJ	720	820	920	1.020	1.120		1.120	820	920	1.020	1.120	1.120
Profundidad de la caja	PJ	580	680	780	880	980	1.180	1.180	680	780	880	980	1.180
Alt. mín. cabeza de la caja	HCC			1.990			2.590	2.590			2.145		2.745
Anch. puerta cuarto de máquinas		500	500	600	700	800	800	800	500	600	700	800	800
Alt. puerta cuarto de máquinas					600						600		
Sep. mín. entre punto de carga	1.)			1.930			2.730	2.730			1.930		2.730
Sep. mín. entre punto de carga	2.)				700			450			700		
Altura mínima del antepecho				600			800	800			600		800
Solo la parada interior	B												

❼ Dimensiones de los montacargas pequeños → ❶ - ❻



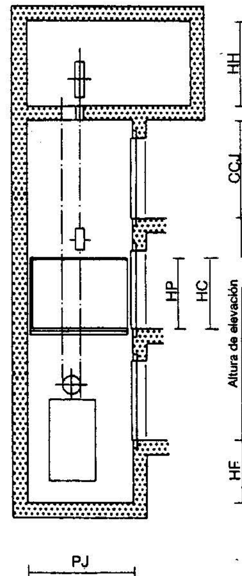
❽ Montacargas con acceso doble enfrentado



❾ Montacargas con acceso por un lado, cuarto de máquinas en proyección

Capacidad de carga	kg	630	1.000	1.600	2.000	2.500	3.200
Velocidad de transporte	m/s	← 0,4 — 0,63 — 1 →					
Dimensiones de la cabina	mm						
AC		1.100	1.300	1.500	1.500	1.800	2.000
PC		1.570	1.870	2.470	2.870	2.870	3.070
HC		2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200
Dimensiones de la puerta	mm						
AP		1.100	1.300	1.500	1.500	1.800	2.000
HP		2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200
Dimensiones de la caja	mm						
AJ		1.800	2.000	2.200	2.300	2.600	2.900
PJ		1.700	2.000	2.600	3.000	3.000	3.200
HF 0,4 y 0,63	m/s	1.200	1.300	1.300	1.300	1.300	1.400
1	m/s	1.300	1.300	1.600	1.600	1.800	1.900
HF 0,4 y 0,63	m/s	3.700	3.800	3.900	4.000	4.100	4.200
1	m/s	3.800	3.900	4.200	4.200	4.400	4.400
HO		1.900	1.900	1.900	2.100	1.900	1.900

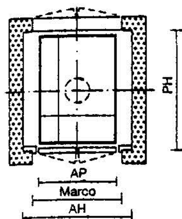
❿ Dimensiones de los montacargas → ❽ - ❾



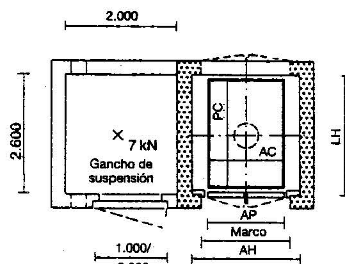
⓫ Sección → ❽ - ❾

ASCENSORES

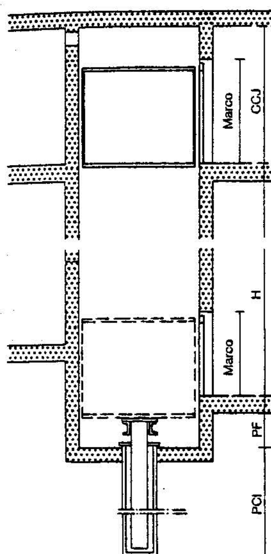
ASCENSORES HIDRÁULICOS



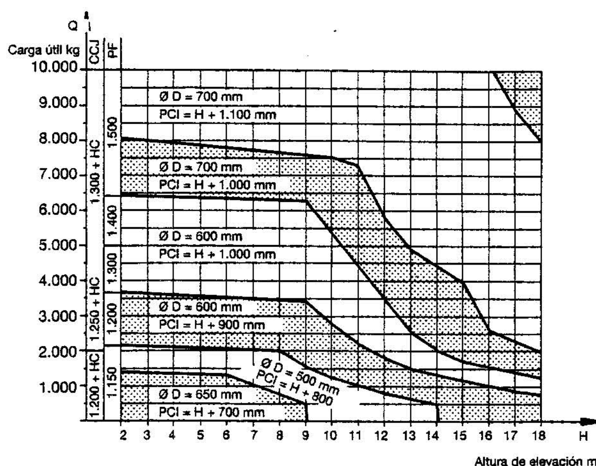
❶ Caja de ascensor, planta



❷ Caja de ascensor, planta y cuarto de máquinas



❸ Caja de ascensor, sección



❹ Diagrama para calcular la altura de la cabeza de la caja de ascensor CCJ, la profundidad del foso PF, la profundidad del cilindro inferior PCI y su diámetro D

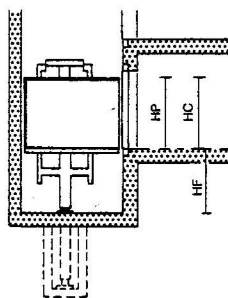
Carga útil			Q ≤ 5.000 kg	Q ≤ 10.000 kg
Anchura de la caja de ascensor	AJ	=	AC + 500	AC + 550
Profundidad de la caja de ascensor	PJ	=	PC + 150 con un acceso PC + 100 con dos accesos enfrentados	
Dimensiones cuarto de máquinas	Anchura	=	2.000 mm	2.200 mm
(el cuarto de máquinas se puede separar hasta 5 m como máximo)	Profund.	=	2.800 mm	2.800 mm
	Altura	=	2.200 mm	2.700 mm

❺ Datos técnicos → ❶ - ❸

Responden a la necesidad de transportar cargas pesadas hasta una altura máxima de 12 m y de manera económica. El cuarto de máquinas se puede situar independientemente de la caja de ascensor.

Los ascensores con pistón a presión directa pueden transportar una carga útil de hasta 20 t a una altura máxima de 17 m → ❶ - ❸. Los ascensores con pistón a presión indirecta pueden transportar una carga útil de hasta 7 t, a una altura máxima de 34 m. Velocidad de los ascensores hidráulicos: de 0,2 a 0,8 m/s. No se necesita un cuarto de máquinas en la cubierta. Existen diferentes posibilidades → ❻ - ❾. El más usual es el de émbolo central → ❶ - ❸. Necesita un pozo para el émbolo con una tolerancia de ± 3 mm. Altura libre de las puertas del ascensor: al menos de 50 a 100 mm más que en el resto de ascensores. Como el acceso a la cabina se puede realizar exactamente al mismo nivel que las plantas de parada, es posible instalar cualquier tipo de puerta: giratoria de dos hojas, de ballesta, automáticas, correderas, a un lado o a los dos.

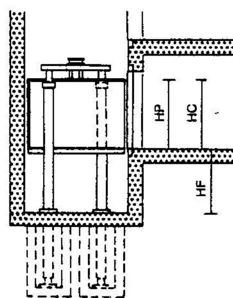
DIN 15306, DIN 15309, DIN EN 81, Directrices para ascensores 95/16/EG



❻ Mochila 1:1

Capacidad de carga kg		630	1.000	1.600
Velocidad de transp. m/s		0,3	0,18	0,23
		0,47	0,28	0,39
Altura máx. elevación m		6	7	7
Dimens. cabina mm	A	1.100	1.300	1.500
	P	1.500	1.700	2.200
	H	2.200	2.200	2.200
Dimensiones de la puerta mm	A	1.100	1.300	1.500
	H	2.200	2.200	2.200
Dimensiones de la caja de ascensor mm	A	1.650	1.900	2.150
	P	1.600	1.800	2.300
	HF mín.	1.200	1.400	1.600
	HFA mín.	3.200	3.200	3.200

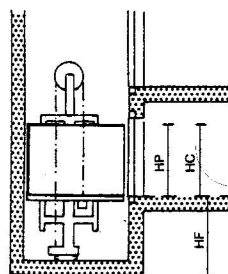
Medidas → ❻



❼ Tándem 1:1

Capacidad de carga kg		1.600	2.000	2.500	3.200
Velocidad de transp. m/s		0,15	0,18	0,24	0,2
		0,24	0,3	0,38	0,3
Altura máx. elevación m		6	7	7	7
Dimens. cabina mm	A	1.500	1.500	1.800	2.000
	P	2.200	2.700	2.700	3.500
	H	2.200	2.200	2.200	2.200
Dimensiones puerta mm	A	1.500	1.500	1.800	2.000
	H	2.200	2.200	2.200	2.200
Dimensiones caja de ascensor mm	A	2.200	2.200	2.600	2.800
	P	2.300	2.800	2.800	3.600
	HF mín.	1.300	1.300	1.300	1.300
	HFA mín.	3.450	3.450	3.450	3.450

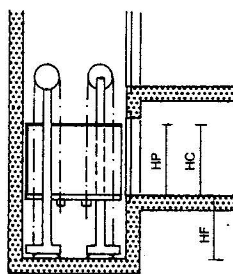
Medidas → ❼



❽ Mochila 2:1

Capacidad de carga kg		630	1.000	1.600
Velocidad de transp. m/s		0,28	0,3	0,24
		0,46	0,5	0,42
		0,78	0,8	0,62
Altura máx. elevación m		13	16	18
Dimens. cabina mm	A	1.100	1.300	1.500
	P	1.500	1.900	2.200
	H	2.200	2.200	2.200
Dimensiones de la puerta mm	A	1.100	1.300	1.500
	H	2.200	2.200	2.200
Dimensiones de la caja de ascensor mm	A	1.650	1.900	2.150
	P	1.600	2.000	2.300
	HF mín.	1.200	1.400	1.600
	HFA	3.200	3.200	3.200

Medidas → ❽

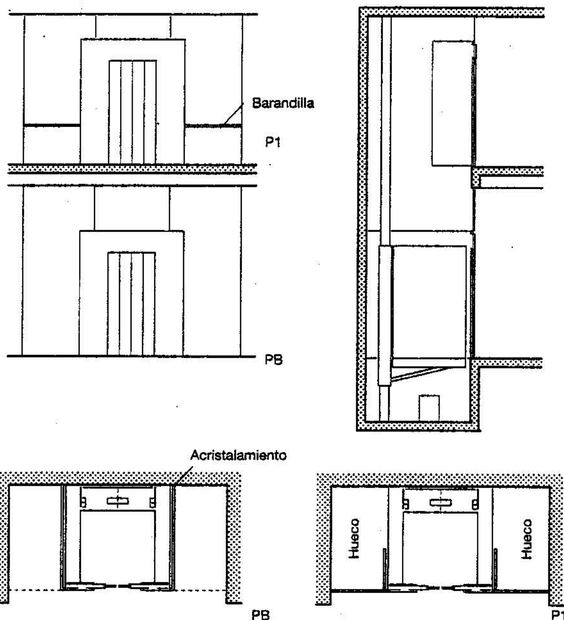


❾ Tándem 2:1

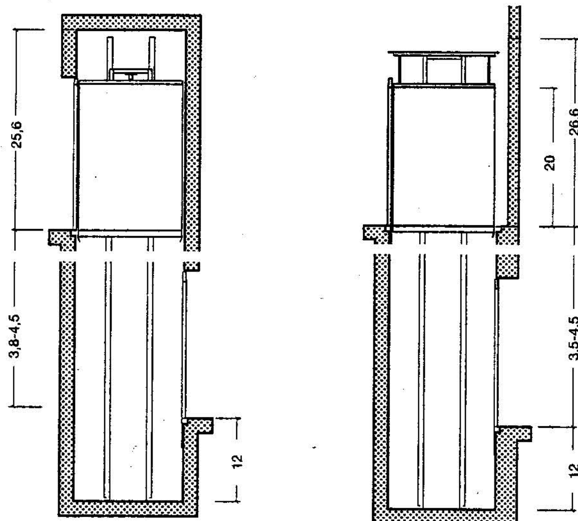
Capacidad de carga kg		1.600	2.000	2.500	3.000
Velocidad de transp. m/s		0,23	0,19	0,25	0,21
		0,39	0,32	0,39	0,31
		0,61	0,5	0,64	0,51
Altura máx. elevación m		13	14	16	18
Dimens. cabina mm	A	1.500	1.500	1.800	2.000
	P	2.200	2.700	2.700	3.500
	H	2.200	2.200	2.200	2.200
Dimensiones puerta mm	A	1.500	1.500	1.800	2.000
	H	2.200	2.200	2.200	2.200
Dimensiones caja de ascensor mm	A	2.300	2.300	2.600	2.900
	P	2.300	2.800	2.800	3.600
	HF mín.	1.300	1.300	1.300	1.300
	HFA	3.400	3.550	3.650	3.650

Medidas → ❾

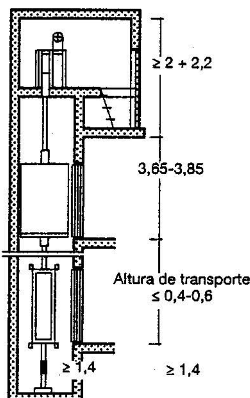
DIN 15306, DIN 15309, DIN EN 81, irectrices para ascensores 95/16/EG



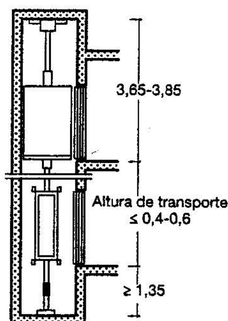
❶ En el caso de ascensores de vidrio deben evitarse elementos móviles que se toquen. Las protecciones alrededor de las puertas de la caja de ascensor deben tener como mínimo 3,5 m de altura; en el resto de lados, como mínimo de 2,5 m; la separación entre elementos móviles debe ser 0,5 m como mínimo. En caso de tener separaciones mayores, se puede reducir la altura



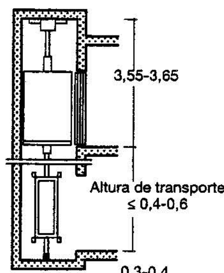
❷ Montacargas. Dado que un montacargas **no puede transportar personas**, pueden suprimirse las puertas de la cabina para conseguir una buena relación entre la sección de la caja de ascensor y la superficie útil de la cabina



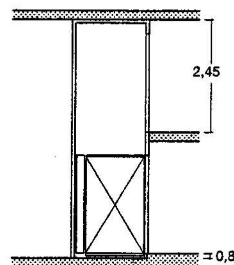
❸ Propulsado por cables, según DIN EN 81, con sala de máquinas y sobrerrecorrido inferior



❹ Construcción especial sin sala de máquinas



❺ Construcción especial sin sala de máquinas y con un sobrerrecorrido inferior reducido



❻ Ascensor para discapacitados. Este ascensor está aprobado solo para su uso por discapacitados

Ascensores de vidrio

Los ascensores de vidrio permiten vistas al exterior y ofrecen una mayor sensación de seguridad. Pueden tener cajas de ascensor acristaladas (considerar exigencias de resistencia contra incendios) o sin caja alguna (ascensores panorámicos) → ❶. Estos pueden construirse solo en lugares donde no sea necesario disponer cajas de ascensor para evitar la propagación de incendios. Por ello, no es fácil lograr incluir los ascensores panorámicos en el cálculo de tránsito.

El acristalamiento debe evitar el contacto de elementos móviles con la mano. Al ser una construcción no normalizada, requieren una evaluación y autorización especial para su puesta en funcionamiento.

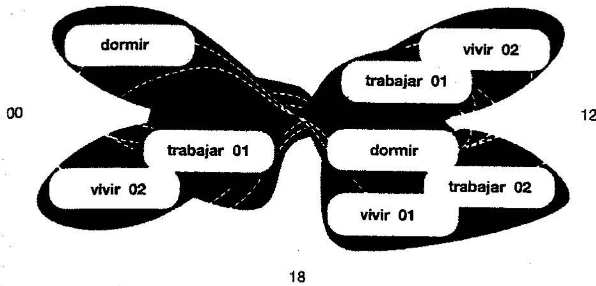
Montacargas y ascensores subterráneos (sin transporte de personas)

Están concebidos para transporte de cargas (p. ej., contenedores de basura o mercancías) y pueden instalarse dentro o fuera del edificio → ❷. No está permitido el transporte de personas con este tipo de ascensores. Por lo general, no es necesario un cuarto de máquinas. El control de los ascensores subterráneos se efectúa desde la parada superior. La tapa del ascensor debe quedar a la vista del controlador.

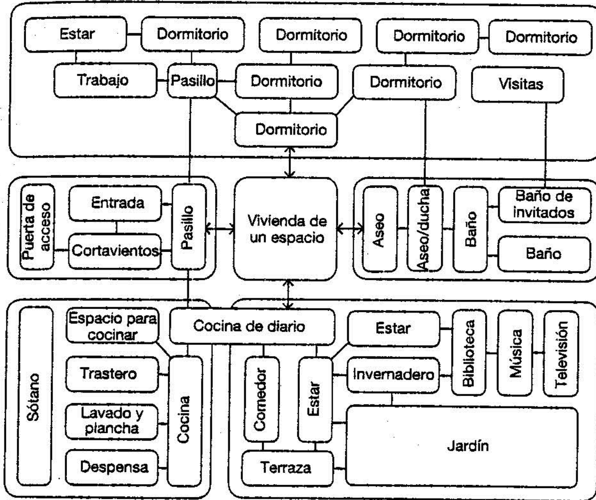
Ascensores en cajas de ascensor reducidas

En el caso de restauraciones o rehabilitaciones y con grandes dificultades, pueden ejecutarse los sobrerrecorridos inferiores y superiores según DIN EN 81. Para dichos casos hay ascensores especiales que tienen sobrerrecorridos inferiores y/o superiores de menor tamaño (mín. aprox. 80 mm y 250 cm respectivamente) → ❸ – ❺. Para el uso de ascensores sin cuarto de máquinas deben tenerse en cuenta las exigencias especiales en la caja del ascensor (ventilación, posible condensación en la losa y medidas de protección contra incendios) que deben abordarse según lo que estime cada fabricante, puesto que estos ascensores deben someterse a **evaluaciones y autorizaciones especiales** para su puesta en funcionamiento.

Dentro de este tipo también se encuentran los ascensores para discapacitados → ❻, que solo pueden ser utilizados por un grupo definido de personas. Mediante ciertos controladores se obtienen soluciones sencillas y de reducidas dimensiones sin necesidad de sobrerrecorridos superiores e inferiores.



❶ Diagrama funcional a lo largo del día [01]



❷ Esquema espacial tradicional para la diferenciación de espacio "desde la vivienda de un espacio hasta el palacio". Leído al revés es un programa de resumen espacial de usos y uso flexible de la vivienda

Función principal	Período de ocupación Asoleo deseable	N W O S
Sala de estar	De mediodía a la noche	
Cocina/comedor	De la mañana a la noche	
Habitación de juegos para niños	De mediodía a la noche	
Dormitorios	Por la noche, asoleo deseable por la mañana	

❸ Diagrama: orientación de las habitaciones

La vivienda, que en su origen fue la traducción al espacio de las inexorables necesidades básicas y de los patrones básicos, es en la sociedad actual fruto de la superposición de una compleja variedad de factores, con exigencias heterogéneas y baremos de calidad individuales.
Los estilos de vida, la imagen deseable y las exigencias de los habitantes (potenciales) se unen a las normativas de construcción, a los conceptos de desarrollo político y sus consecuencias urbanísticas, así como a las disposiciones arquitectónicas (ideológicamente respaldadas) para conformar el emplazamiento, la tipología, el acceso y la distribución en planta.

Desarrollo histórico

En marco de la industrialización y la urbanización, en el siglo XIX se abordó la construcción de viviendas como una tarea principal que, a consecuencia de las dos guerras mundiales, se mantendría vigente hasta bien entrado el siglo XX:
Hasta hoy en día, el imaginario de gran parte de la población conserva tópicos y ejemplos de programas (espaciales), de origen feudal, que priman la privacidad y la representatividad. La sociedad burguesa acomodada dio forma construida a todo ello en mansiones y viviendas urbanas representativas. Por otro lado, aparecieron viviendas de emergencia construidas en serie (para la clase trabajadora) con el fin de maximizar las superficies y las ganancias de los promotores en los barrios de viviendas de alquiler con estructuras de manzanas de gran densidad.
Los arquitectos del movimiento moderno (y sus sucesores) desarrollaron conceptos contrarios a esta ciudad "pétrea". Investigaron la vivienda misma, su **iluminación** y **orientación** → ❸, los tamaños óptimos (mínimos) y las **distribuciones de la funciones** → ❷, así como un desarrollo y una ejecución racional de la construcción estandarizada, que dieron como resultado desde las complejas viviendas privadas hasta las grandes urbanizaciones proyectadas "desde el tablero de dibujo".

La actualidad: comunidad e individuo

La vivienda moderna establece los límites espaciales y temporales a los intereses individuales y comunes dentro de la vivienda, así como a las exigencias privadas y públicas (o anónimas) en el contexto urbano → ❶:
Con la creciente disolución de los modelos de vida tradicionales familiares y el eminente fin de la separación entre los espacios de vida y los de trabajo, debido a la era de la información actual, los nexos clásicos entre funciones y usos de la vivienda están por elaborar → ❷.
Los conceptos espaciales comunes (sala de estar, habitación de niños, etc.) pierden cada vez más su validez, y la vivienda se entiende como un espacio privado con relaciones controladas y graduadas con el exterior.
Las zonas comunitarias e individuales clásicas dentro de una vivienda pasan a segundo plano, y la siempre cambiable "sala multiuso", ya sea privada o pública —salas de estar, de trabajo, pisos compartidos, etc.— cobra cada vez más importancia como elemento espacial.

Separación espacial y neutralidad de usos

Las consecuencias de la individualización de los modelos de vida pueden llevar a una planta diseñada específicamente y con múltiples divisiones espaciales lujosas, o dar lugar a una repartición de usos de superficies de forma neutral, con salas cualitativamente con el mismo valor para así aunar un uso flexible para familias, grupos de habitantes, múltiples generaciones o modelos de vida y trabajo. En este contexto, la neutralidad de las superficies desarrolladas tiene un importante significado.

La tarea del siglo
Ante el trasfondo de cambio en la sociedad en el marco de la industrialización, desde el siglo XIX la construcción de viviendas ha sido una tarea principal.
En aquella época, la escasez de viviendas y las deplorables condiciones de vida de la población tomaron una dimensión política de considerable importancia y que, a causa de las dos guerras mundiales, se ha mantenido vigente hasta el siglo XX.
Por ello, un aspecto fundamental de la política estatal se ha orientado a la regulación y el fomento de la construcción de viviendas. Para ello se han desarrollado unos instrumentos políticos, ordenanzas y normativas urbanas → pág. 68, que deben asegurar **estándares mínimos** para la protección de la privacidad, de la salud y contra peligros.
En este mismo sentido se han desarrollado unas **leyes de fomento de la vivienda** y un sistema de financiación, con subsidios y reducciones de impuestos, con el fin de fomentar la inversión privada en la construcción de viviendas de alquiler y de propiedad.
Dada la sobreoferta actual de viviendas y las elevadas exigencias en lo que se refiere a superficies habitables y calidad de la vivienda, en los últimos años las leyes para fomentar su construcción han sufrido una revisión profunda.

En Alemania los instrumentos de fomento de mayor importancia son los siguientes:
Ley Alemana de Fomento a la Vivienda (WoFG)
El fomento estatal a la vivienda está fijado en la "Ley sobre el fomento a la vivienda social" (13 de septiembre de 2001), que reúne la construcción de nueva planta en régimen de alquiler de rentas bajas, la construcción de nueva planta de viviendas en propiedad, la adquisición y la modernización de viviendas de segunda mano y la adquisición de derechos de ocupación.
El fomento a la vivienda lo llevan a cabo los Estados federales alemanes; su alcance y detalles en materia de superficie de vivienda, al igual que las condiciones de las solicitudes y aprobaciones, varían según cada Estado federal y serán fijados según las correspondientes disposiciones de fomento a la vivienda → ❶. Los grupos destinatarios de estas medidas son familias cuyos ingresos económicos no sobrepasen ciertos límites, así como familias con dos o tres hijos y con miembros discapacitados. El fomento se materializa en forma de préstamo con condiciones preferentes, subvenciones, garantías, documentos de derecho a la vivienda y aportes de urbanizaciones de coste reducido

Número de miembros de la familia	Superficie de vivienda máxima	
1 persona	50 m²	Para cada miembro añadido al grupo familiar puede sobrepasarse la superficie en máximo 10 m²
2 personas	60 m²	
3 personas	75 m²	
4 personas	85 m²	

❶ Superficies de viviendas protegidas

Ley Alemana de Ayuda Directa a la Vivienda (EigZulG)
Esta ley fomenta, por un tiempo limitado a través de impuestos, la adquisición de viviendas para el usufructo por los propietarios con subvenciones fijas anuales (Ayuda Directa a la Vivienda). El grupo destinatario de esta asignación son familias cuyos ingresos no sobrepasan los límites establecidos legalmente. Debido a la sobreoferta actual de viviendas, esta política pone constantemente en duda el sentido de dicha asignación.

Ordenanza Alemana sobre el Cálculo de la Superficie Habitable (WoFlV)
Las disposiciones de esta ordenanza del 25 de noviembre de 2003 se utilizan para cálculos de superficies de viviendas según la Ley de Fomento a la Vivienda.
La superficie de una vivienda incluye las superficies útiles de todos los espacios que pertenecen exclusivamente a la vivienda; en caso de tratarse de una residencia, se computará solo aquella superficie utilizada por un solo individuo → ❷.
La superficie útil de un espacio se calculará incluyendo las medidas libres entre los elementos constructivos tomadas desde las caras de los revestimientos acabados → ❸. La superficie útil se medirá en un espacio acabado o será calculado mediante el plano correspondiente.
Las superficies útiles serán calculadas según la tabla → ❹.

La superficie útil incluye:	La superficie útil no incluye:
Todos los espacios que pertenecen a una vivienda, o bien aquellos de uso propio del habitante, incluidos **invernaderos, piscinas** o afines (si es que están cerrados por todos lados), **balcones, galerías** y **terrazas**.	**Espacios auxiliares** (sótanos, bodegas, despensas, lavaderos, secaderos, calderas, cocheras). Espacios con uso que no corresponda a las exigencias de la normativa, **espacios comerciales**.

❷ Cómputos de la superficie útil de una vivienda, según WoFlV (selección)

La superficie útil de un espacio incluye:	La superficie útil de un espacio no incluye:
La superficie libre (desde la cara terminada del revestimiento) entre los elementos constructivos, incluidas las superficies de **marcos de ventanas y puertas, zócalos, instalaciones sin fijar, muebles empotrados, separaciones móviles entre ambientes**.	**Chimeneas, paredes dobladas, revestimientos, pilares** (de 1,5 m de altura y 0,1 m² de superficie útil), escaleras y rellanos (a partir de tres peldaños), **nichos de puertas, ventanas y en muros** que no lleguen el suelo o que tengan una profundidad máxima de 0,13 cm).

❸ Cómputos de la superficie útil de un espacio, según WoFlV (selección)

100 %	Espacios y sus partes con altura libre mínima de 2 m
50 %	Espacios y sus partes con altura libre mínima de 1 a 2 m, espacios sin calefactar, invernaderos, piscinas o afines
generalmente 25 % (como máx. 50 %)	Balcones, galerías, jardines de cubiertas y terrazas

❹ Cálculo de superficies útiles

Banco Alemán de Crédito para la Reconstrucción (KfW-Förderbank)
Este banco es una institución de derecho público cuyo capital procede del Estado alemán y de los Estados federales. La especialidad de sus funciones está en la concesión de préstamos a bajo interés para fomentar la construcción de viviendas mediante programas de fomento con enfoques determinados.
En otoño de 2008 existían los siguientes programas:

KfW- Programa de vivienda propia
Para compra o construcción de la vivienda en propiedad para ser usada por los propietarios.
Construcción ecológica
Para la construcción de viviendas pasivas, viviendas de ahorro energético, según el KfW, y la construcción de calderas con energías renovables.
Modernización de la vivienda
Para la modernización y reparación de edificios de viviendas con el objeto de reducir los gastos energéticos.
Programa de restauración de edificios para reducir sus emisiones de CO_2.
Para medidas aisladas de ahorro energético en edificios antiguos.
Producción de energía solar
Para la financiación de paneles fotovoltaicos en la construcción de viviendas.

VIVIENDAS UNIFAMILIARES (EN URBANIZACIÓN)

Sup. parcela	350-450 m²
Plantas	1-2 (+ cubierta)
Superficie construida	150-160 m²
Edificabilidad	0,3-0,5
Habitantes/ha	70-90

VIVIENDAS EN BLOQUE CONTINUO

Sup. parcela	≥ 625 m²
Plantas	2-4 (+ cubierta)
Superficie construida	≥ 500 m²
Edificabilidad	≥ 0,8
Habitantes/ha	≤ 400

CASAS PAREADAS

Sup. parcela	250-300 m²
Plantas	1-2 (+ cubierta)
Superficie construida	150-160 m²
Edificabilidad	0,5-0,6
Habitantes/ha	115-135

MANZANA DE VIVIENDAS

Sup. parcela	≤ 1.550 m²
Plantas	5 (+ cubierta)
Superficie construida	1.250 m²
Edificabilidad	≥ 0,8
Habitantes/ha	400-450

VIVIENDAS EN HILERA CON PATIO

Sup. parcela	200-250 m²
Plantas	1-2 (+ cubierta)
Superficie construida	150-160 m²
Edificabilidad	0,6-0,8
Habitantes/ha	150-180

BLOQUE EN ALTURA

Sup. parcela	≥ 5.000 m²
Plantas	10
Superficie construida	600 m²/planta
Edificabilidad	1,2
Habitantes/ha	aprox. 450

VIVIENDAS EN HILERA

Sup. parcela	150-200 m²
Plantas	2-3 (+ cubierta)
Superficie construida	130-150 m²
Edificabilidad	0,6-0,9
Habitantes/ha	200-250

VIVIENDAS EN TORRE

Sup. parcela	≥ 1.875 m²
Plantas	10
Superficie construida	225 m²/planta
Edificabilidad	1,2
Habitantes/ha	aprox. 450

VIVIENDAS ATERRAZADAS

Sup. parcela	
Plantas	1
Superficie construida	130-150 m²/terraza
Edificabilidad	1,5-2
Habitantes/ha	300-350

❶ Valores urbanísticos (requeridos) de tipologías de viviendas

Los parámetros urbanísticos (densidad urbanística) son criterios determinantes en el proyecto urbano público.

La densidad urbanística se fija en los planos generales de ordenación o se deduce de las directrices del Código Alemán de Construcción sobre la admisibilidad de construcciones en espacios baldíos dentro de la ciudad o fuera de ella → pág. 68. Los principales parámetros urbanísticos son el coeficiente de ocupación, la edificabilidad, las limitaciones del número de plantas sobre rasante y la altura total del edificio → pág. 75.

Densidad urbanística y tipología de vivienda

La densidad urbanística tiene una influencia importante en la elección de la tipología de vivienda, implica tipo y complejidad del cerramiento y diferencia el uso de superficies en una urbanización. En la tabla → ❶ se muestra la densidad urbanística con las distintas tipologías de viviendas (densidad) según los parámetros urbanísticos. Para ilustrarlo se ha agregado además la densidad media (habitantes/ha) que crece desde las viviendas unifamiliares aisladas, pasando por las pareadas, en hilera y adosadas hasta las viviendas en altura, manzanas y edificios aislados. Los bloques y las manzanas presentan densidades similares a las de los edificios aislados de varias plantas.

Densidad y calidad habitacional

Una evaluación cualitativa de la densidad es compleja y depende de una serie de factores diversos. Esta no puede ser evaluada sobre una única parcela o grupo de viviendas, sino que se relaciona con un sistema urbanístico de mayor escala. Con el tiempo, el barrio ha ido tomando sentido como una unidad urbana con su propia infraestructura (comercio, ocio, escuela, guardería, conexión con transporte público, etc.).

Otros datos que se requieren son la cantidad de habitantes que utilizará dicha infraestructura, así como su accesibilidad (transporte público, tiempos), parámetros que van unidos a la demanda de superficie de vivienda de cada habitante, así como otras exigencias espaciales privadas o públicas y su conexión urbana, distancias y su relación con el centro de la ciudad, precio de los terrenos, accesibilidad a las áreas de trabajo, etc.

Los cálculos muestran que con una edificabilidad de 0,8 (relacionado a la superficie de suelo edificable útil) y con edificación continua en altura, se crean barrios en los que, con una superficie total de 75 ha (900 × 900 m), pueden vivir 6.500 habitantes, lo que significa que las distancias a los servicios pueden estar a menos de 500 m y ser recorridos a pie o en bicicleta.

Por el contrario, para una edificabilidad de 0,4, en un barrio de viviendas unifamiliares se necesitan 235 ha (1.500 × 1.500 m) para 6.500 habitantes, las distancias a pie son considerables (sobre todo para la tercera edad), pero no justifican el transporte público, de modo que es necesario el uso del automóvil en los desplazamientos diarios.

Respecto al desarrollo urbano puede decirse que la complejidad aumenta prácticamente al doble cuando se pasa de una edificabilidad de 0,8 a 0,4.

Según estas consideraciones, queda claro que para vivir holgadamente (lo que es un lujo) en espacios verdes, es impensable una vida sin coche, lo que, en aras a un uso sostenible de la energía y del suelo, se transforma en una situación sin demasiada perspectiva.

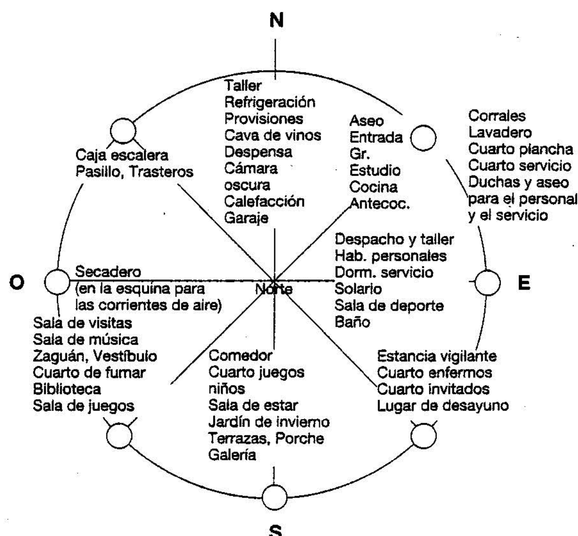
(Fuente: Bott, von Haas, *Verdichteter Wohnungsbau*, pág. 44) [02]

ORIENTACIÓN
CONSTRUCCIÓN

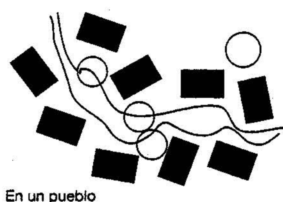
La **edificación abierta** → ❷ ((viviendas unifamiliares y plurifamiliares con medianeras) ofrecen unas posibilidades de orientación a los cuatro (tres) puntos cardinales → ❶ (esto con el coste de una gran complejidad en el cerramiento y una densidad urbanística baja → pág. 149).

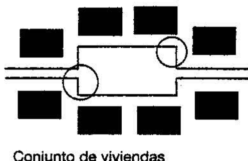
La mayor parte de las veces los solares son angostos y profundos para que ocupen el menor espacio de frente a la calle. En este tipo de solares, aquellos orientados al sur de la calle son los más favorables (distribución de los espacios secundarios con acceso hacia el norte de la calle, distribución de los dormitorios y salas de estar hacia los lados perpendiculares a la calle (este, sur y oeste), con salida y vistas al jardín.

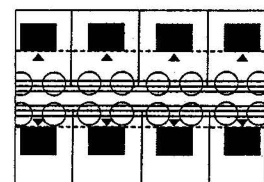
Si el solar está orientado al norte de la calle, el edificio debería entonces emplazarse lo más retirado posible, aunque implique un gran recorrido de acceso a la vivienda, para poder así gozar de un jardín delantero soleado. En el caso de solares orientados hacia el este o el oeste de la calle (que corre de norte-sur), las viviendas se sitúan protegidas del viento en el lado este (ordenamiento de la construcción totalmente en el lado norte del terreno), de modo que ningún edificio vecino tape el sol rasante procedente del este.

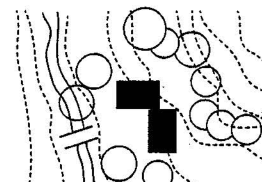


❶ Orientación óptima de los espacios

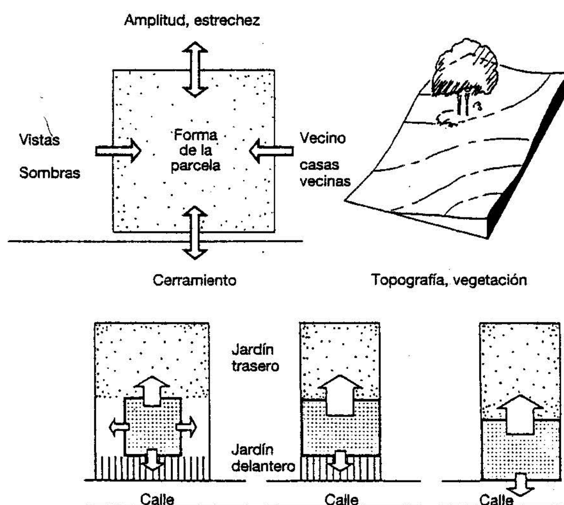

En un pueblo


Conjunto de viviendas

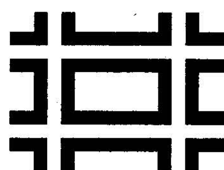

Urbanización

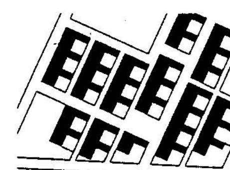

En el campo

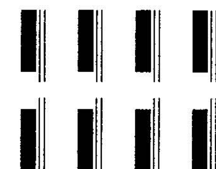
❷ Edificación abierta

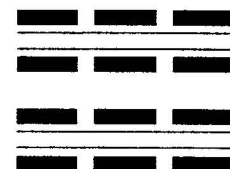


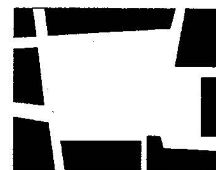
❹ Relación de la vivienda con el lugar

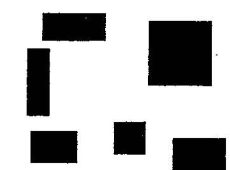

Manzana


Bloques con patios


Bloques lineales


En hilera


Trama urbana histórica


Espacio urbano construido

❸ Edificación cerrada

En la **edificación cerrada** → ❸ (edificios en manzanas y lineales), la mayoría de las viviendas se orienta hacia dos puntos cardinales opuestos, con distintas calidades espaciales (vistas, iluminación, ruido).

Las **manzanas tradicionales**, con diversas distribuciones en las viviendas y orientaciones, deben lograr una equidad en planta para todas las viviendas en condiciones desfavorables de iluminación.

Además de la planta con pasillo central (la más tradicional y neutra funcionalmente), pueden utilizarse otros tipos de plantas más flexibles y fluidas.

La calidad de vida en las manzanas de viviendas radica en la diversidad de vistas hacia la calle o hacia el patio, que pueden diversificarse mediante el diseño.

El tema principal del **urbanismo del movimiento moderno** fue ordenar las viviendas linealmente y en paralelo, **orientadas en el eje este-oeste** y con zonas verdes intermedias (costes en espacio público y peligro de apariencia monótona del conjunto), para lograr así una iluminación y orientación similar para todas las viviendas → ❸.

ACCESO INDIVIDUAL Y EN LÍNEA

1 1/2 + CA

II + CA

I + CA

I 1/2 + CA

❶ Casas pareadas

1 1/2 CI

1 1/2 CP

❷ Casas adosadas

I CI

I CP

❸ Casas patio

II CA

II CP

❹ Casas en hilera

III CA

III CP

A – Vivienda principal

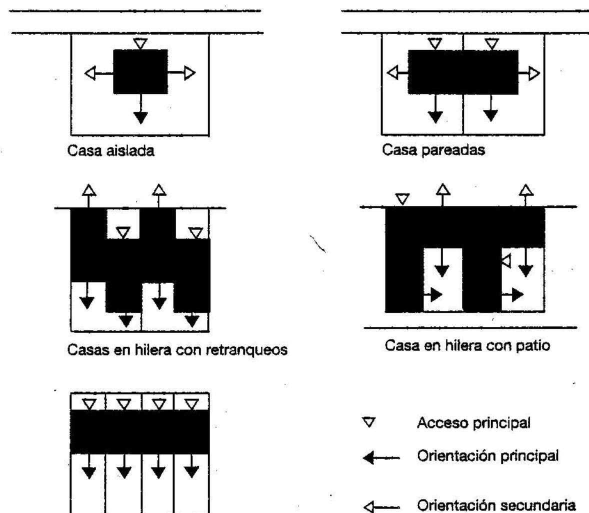
B – Vivienda secundaria

❺ Casas urbanas

Con la elección de la tipología de casa se decide el acceso, que tiene consecuencias decisivas para las proporciones y la organización en planta, y constituye un factor económico importante. En su función como **recorrido de evacuación**, el acceso, además, está sujeto a múltiples directrices de la legislación de ordenación de la edificación → pág. 520. Además, el camino hacia la casa y la conexión entre las viviendas tiene una importante función social de interacción entre los habitantes.

Principios de acceso

Según los principios de composición de tipos de viviendas, pueden distinguirse las siguientes formas de acceso:
- Casa aislada
- **Secuencia** (horizontal): casa en hilera, acceso por pasillos
- **Apilamiento** (vertical): acceso desde los rellanos de las escaleras.



❻ Casa aislada y accesos en línea

Casa aislada – Accesos en línea

La casa aislada exenta en un solar es el prototipo de "casa". Tiene un acceso representativo a ras de suelo desde la calle, al que se llega a través de un jardín delantero. Desde las plantas de la casa hay accesos directos a más espacios exteriores privados o semipúblicos (p .ej., jardín, terraza, patio interior o cubierta ajardinada) → ❶.

En los accesos en línea se llega a cada vivienda de la misma manera que en los individuales, desde la calle a cada **casa en hilera, casa adosada** o **casa patio** a ras de suelo, y cada una de ellas dispone de una salida directa al exterior → ❷ – ❹. Existe una relación directa entre el espacio privado y el público. Una altura razonable sería de dos o tres plantas.

Las **casas urbanas** → ❺ emplean este principio de acceso también para las viviendas en las plantas superiores a las que se accede a través de un portal propio y una escalera. Las casas en hilera ofrecen la forma más económica de vivienda con jardín y buena calidad de habitabilidad → pág. 156.

Sección

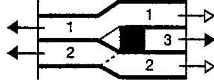
Planta



a corredor central

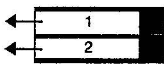


b dúplex

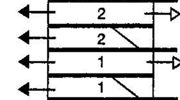


c dúplex con plantas a medio nivel

❶ Accesos por corredor interior



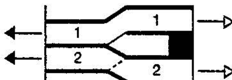
a corredor exterior



abajo

arriba

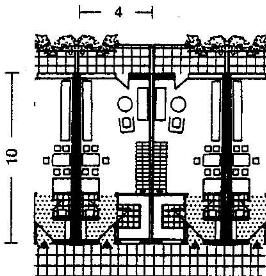
b dúplex



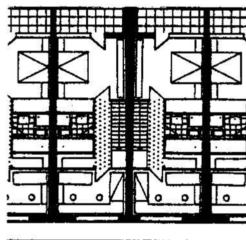
dúplex con plantas a medio nivel, corredor exterior

c dúplex con plantas a medio nivel

❷ Accesos por corredor exterior

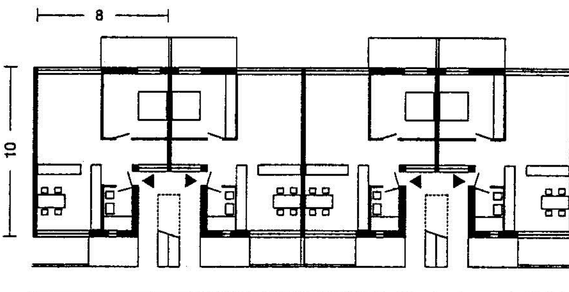


Planta inferior



Planta superior

❸ Dúplex con accesos por corredor exterior



❹ Accesos por corredor exterior, superficie habitable como → ❸

Arq.: Kohn [03]

ACCESOS

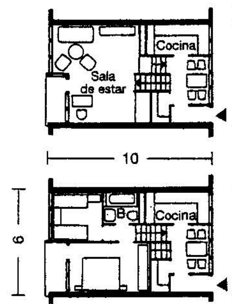
ACCESO POR CORREDOR

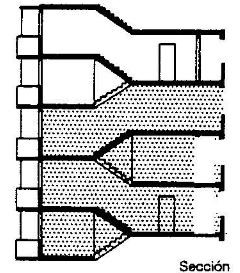
En este tipo de acceso, las plantas del edificio se comunican a través de **corredores** horizontales conectados entre sí y con el portal mediante uno o varios **puntos fijos verticales** (escaleras, ascensores), que se sitúan dentro del edificio, adosados o antepuestos a él.

A lo largo de los corredores se organizan viviendas **pareadas o en hilera**, o con apartamento intercalado (con zona de servicios interior). Los corredores pueden estar situados en el interior (**corredor interior** → ❶) o a lo largo de una de las fachadas (corredor exterior o a lo largo de una de las fachadas (**corredor exterior** → ❷). Si este último está diseñado adecuadamente, la **calle semipública** tendrá ciertas cualidades → pág. 151.

Puesto que esta "calle" discurre a lo largo de la pared de la vivienda (en caso de corredor interior, sin luz natural), la vivienda se orienta a un único lado.

La diversidad de esta forma de acceso se debe a la superposición de unidades de viviendas de varias plantas, tal vez desfasadas media altura, que ofrecen la posibilidad de abrirse a dos lados de la casa.





❺ Casa con corredor exterior, dúplex con plantas a medio nivel   Arq.: Hirsch

Corredor interior

Si el corredor de acceso se encuentra en el interior del edificio → ❶, la vivienda en una planta dispone solo de orientación a una sola fachada; por ello se intentan organizar tipos de vivienda en dos o más niveles → ❶ (b+c).

Corredor exterior

En las viviendas con corredor exterior, el acceso horizontal se sitúa en una de las fachadas exteriores → ❷.

El corredor abierto a la intemperie trae problemas en zonas climáticas frías y obliga a situar estancias secundarias que den al pasillo exterior → ❷ (a).

Por ello, solo es razonable organizar viviendas en una sola planta en el caso de estudios y apartamentos de un único espacio → ❹.

Es preferible que la vivienda se distribuya en dos o más niveles → ❸.

Si los niveles solamente están desplazados media altura entre sí, se obtienen buenas condiciones para relacionar las funciones y apilar los espacios → ❷ (c).

Además, las posibilidades de variación se multiplican considerablemente si la vivienda no tiene la misma anchura en todo su fondo, sino que se macla con las viviendas vecinas.

El acceso horizontal en cada **segunda planta** → ❷ (b) permite la distribución favorable de grandes viviendas en plantas diferentes, en combinación con pequeños pisos en planta baja.

La disposición al tresbolillo de los corredores exteriores permite también buenas soluciones de distribución.

Mediante el apilamiento invertido de dúplex o la disposición adecuada de plantas a medio nivel, es posible limitar el número de accesos horizontales.

EDIFICIOS ATERRAZADOS

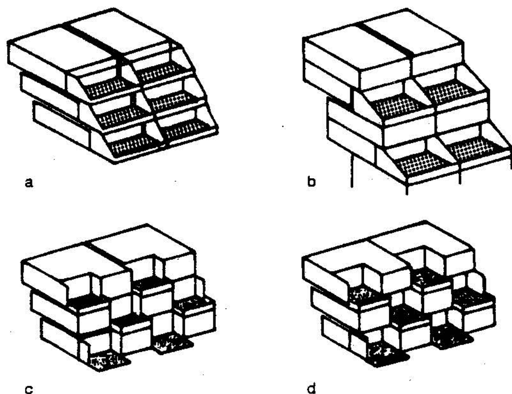
Los solares con fuertes pendientes llevan a construir casas escalonadas. Se distinguen tipos de edificios aterrazados a **uno y a dos lados** → ❷, ❻. El escalonamiento puede producirse retranqueando viviendas de la misma profundidad o superponiendo unidades de vivienda de profundidad decreciente. El ángulo del escalonamiento (altura de piso con relación al fondo de terraza) corresponde en la mayoría de los casos a una pendiente media de ladera de 8-40°. Estos proyectos dan como resultado unas **amplias terrazas** exteriores para descansar, trabajar y como patios de juego, en viviendas de planta baja con jardín, normalmente orientadas hacia el sur, resguardadas de las miradas ajenas y con vistas libres de obstáculos.

El **ajardinamiento de los antepechos** aumenta la calidad de habitabilidad. Las ventajas de grandes terrazas abiertas originaron también la construcción de casas aterrazadas en terreno llano, en parte cubriendo grandes espacios. No obstante, las piezas sin iluminación natural resultantes en las plantas bajas no dejan de ser problemáticas.

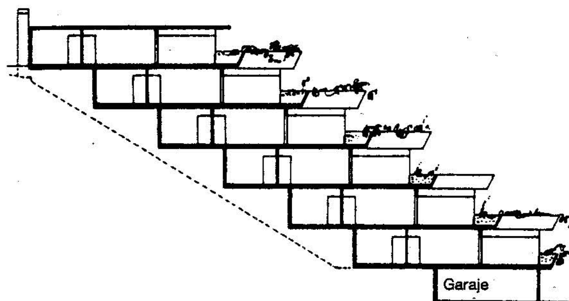
Fondo de las jardineras

Para evitar las vistas a la terraza inferior, la profundidad del antepecho está en relación con la altura de las plantas y la profundidad del escalonamiento → ❺.

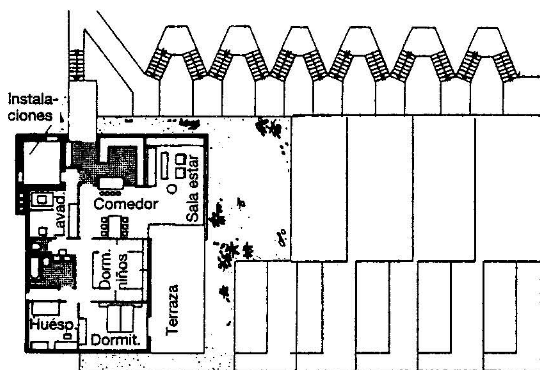
Si las terrazas se incorporan parcialmente al volumen construido, se obtienen mejores condiciones para protegerse de las miradas intrusas → ❶.



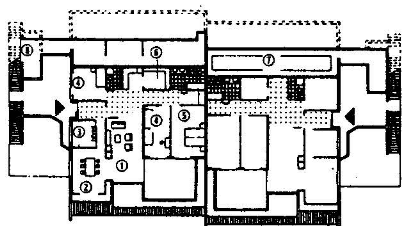
❶ Posibilidades de la organización de viviendas en edificios escalonados en uno o dos niveles, con espacios exteriores recortados íntegra o parcialmente del volumen



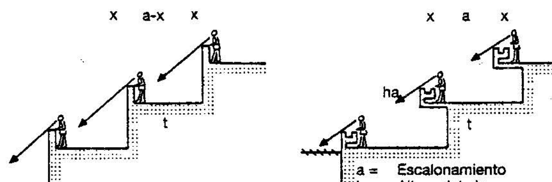
❷ Sección → ❸



❸ Casa en terraza, planta — Arqs.: Schmidt + Knecht

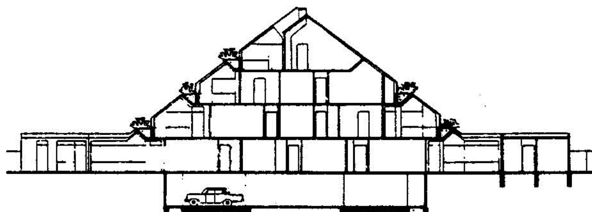


❹ Casa en terraza — Arqs.: Stucky + Menli

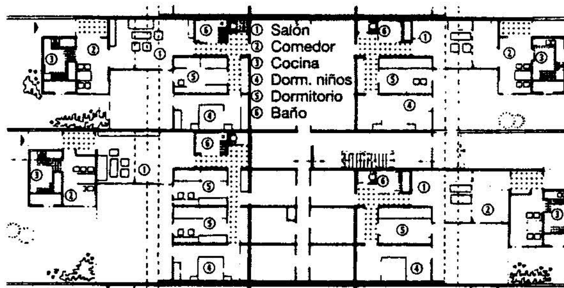


Fondo jardinera x = escalonamiento a $\frac{(ha - ht)}{hc}$

❺ Relación entre el escalonamiento (a) y el fondo de la jardinera incorporada en el antepecho (x)



❻ Sección → ❼



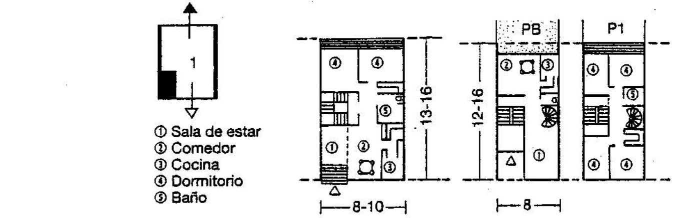
❼ Planta baja de edificio de viviendas aterrazadas — Arqs.: Frey, Schröder, Schmidt

ACCESO DESDE EL RELLANO

Las viviendas iguales o similares se apilan unas sobre otras en varias plantas y se accede a ellas desde una escalera común que da acceso a una o más viviendas. Puede haber una, **dos o hasta cuatro viviendas** por rellano, e incluso más. En este tipo de edificios, la caja de la escalera se transforma en un espacio interior semipúblico → pág. 151.

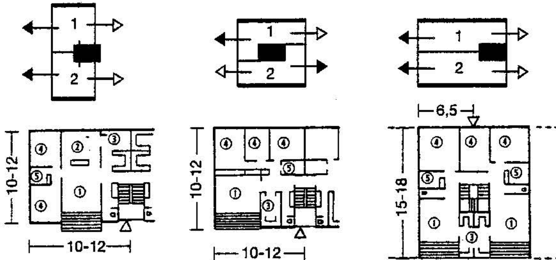
Una vivienda por rellano → ❶
Acceso de una sola vivienda por planta. Los edificios de una vivienda por rellano no resultan muy económicos por la gran proporción de superficie que ocupa el acceso respecto al total, pero dan la sensación de vivir en una "casa unifamiliar apilada".
En general, es común la limitación a cuatro plantas si no hay ascensor.

De dos a cuatro viviendas por rellano → ❷ - ❹
Los edificios de **dos viviendas por rellano** son el tipo más frecuente de acceso para viviendas con cualidades equilibradas en cuanto a habitabilidad y economía. La distribución permite múltiples (y variadas) resoluciones de planta → ❻ y ofrece buenas posibilidades de adaptación a las orientaciones respectivas.
Los edificios con **tres viviendas por rellano** ofrecen una buena combinación de calidad de habitabilidad y economía, y son aptos para edificios en esquina → ❸. En cada planta pueden organizarse viviendas con un número diferente de habitaciones (p. ej., viviendas de 1, 2 y 3 dormitorios). Los edificios con **cuatro viviendas por rellano** ofrecen una distribución que combina una satisfactoria calidad de habitabilidad y economía. En el caso de las **torres** → ❺, ❼ es posible orientar las viviendas de cada planta de un modo diferenciado.
En los edificios residenciales de más de cinco plantas sobre rasante son necesarios ascensores → pág. 140.
En caso de viviendas a más de 22 m de altura sobre rasante, se aplican las normativas referentes a **rascacielos** → pág. 256.

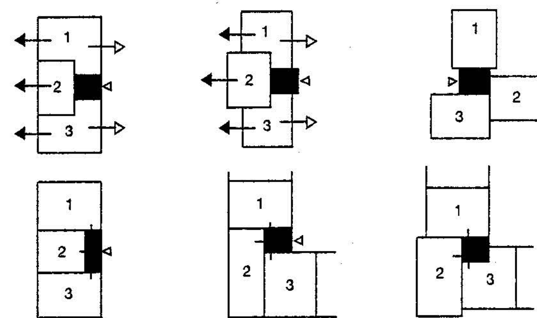


❶ Una vivienda por rellano (villa urbana)

MBO



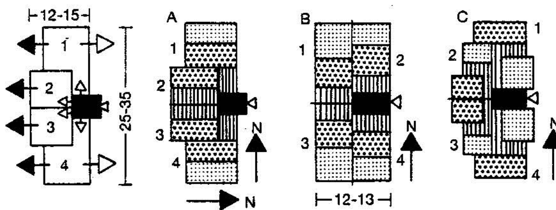
❷ Dos viviendas por rellano con variantes de distribución (leyenda → ❶)



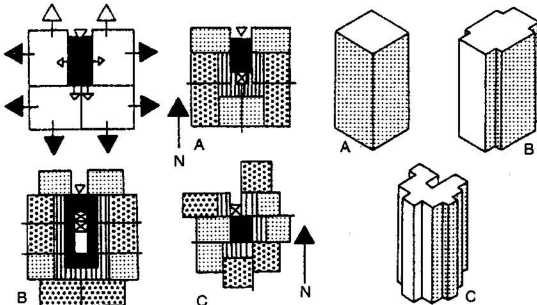
Escalera de un tramo

Soluciones de esquina

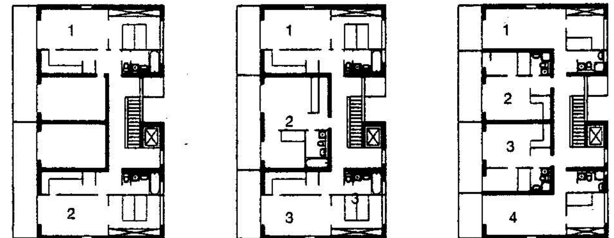
❸ Tres viviendas por rellano



❹ Edificios con cuatro viviendas por rellano



❺ Varias viviendas por rellano (torres)

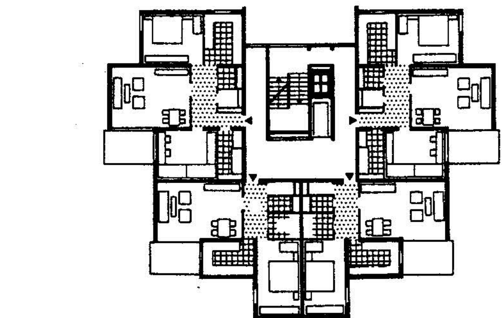


2 viviendas por rellano

3 viviendas por rellano

4 viviendas por rellano

❻ Variantes de plantas



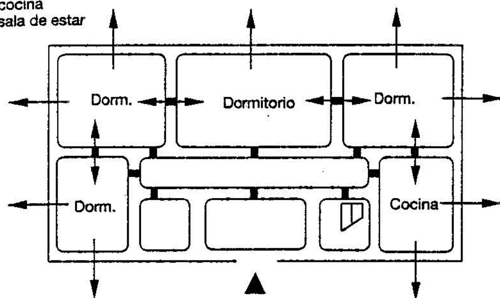
❼ Edificio torre

PLANTAS

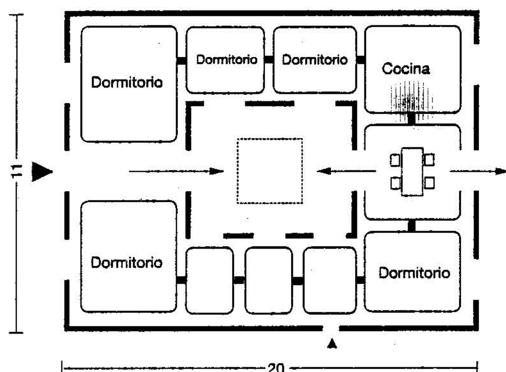
CASAS

La planta de una vivienda es el resultado de múltiples factores que influyen en ella: además de las circunstancias del entorno —tamaño, forma y orientación del solar, normativas vigentes y la elección del acceso—, los *Leitmotif* espaciales (en su superposición) determinan el diseño de muchas plantas, la representatividad, lo extrovertido de lo público → ❺ y lo introvertido de lo privado → ❻.

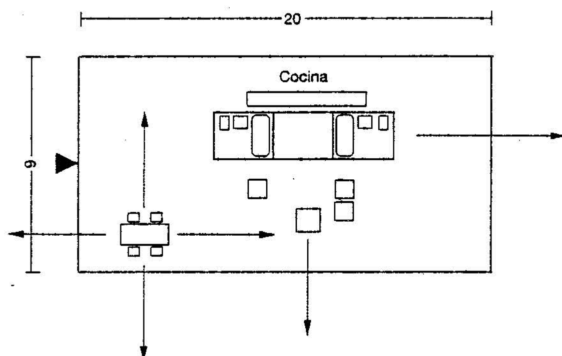
Leyenda dibujos
Zi dormitorio
Kü cocina
Wz sala de estar



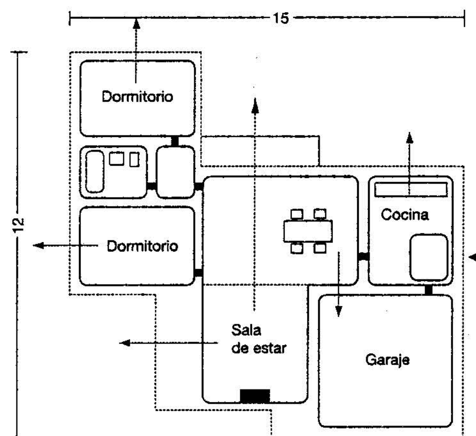
❶ La casa del siglo XVIII



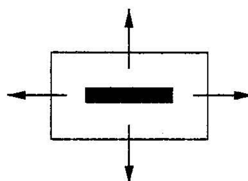
❷ La casa patio



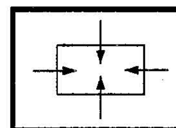
❸ La planta abierta



❹ La planta libre



❺ Apertura



❻ Privacidad



❼ Superposición Arq.: Ungers

La casa del siglo XVIII → ❶

La casa se desarrolló con una distribución mediante un corredor axial en una o dos plantas partiendo de ejemplos medievales. El edificio exento y a cuatro vientos dispone de fachadas representativas de entrada y posterior (al jardín); los salones y los dormitorios (y también los servicios domésticos) se organizan y comunican entre sí mediante un pasillo dispuesto en el eje central del edificio.

La casa patio → ❷

La casa patio es una de las tipologías clásicas de edificios de vivienda urbanos. Todas las estancias del edificio, de una o dos plantas, se disponen alrededor de un espacio exterior privado y se comunican e iluminan a través de él. El contacto con el entorno exterior solo se realiza por la fachada que da a la calle. La casa patio no es muy adecuada para el norte de Europa (accesos desde el exterior o varias entradas de vivienda), pero es muy popular como vivienda ideal → ❼.

La planta abierta → ❸

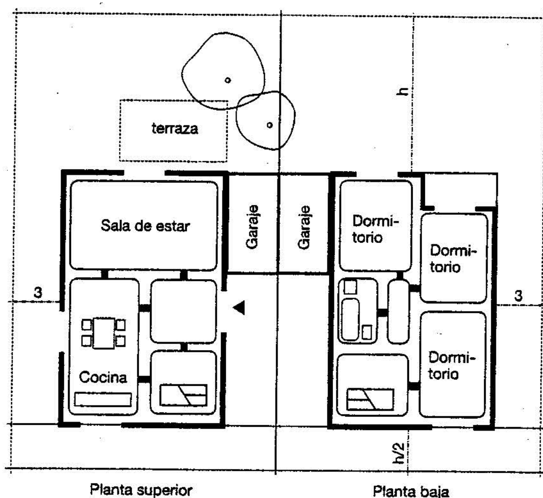
La planta abierta trata de fundir el espacio interior y el exterior prescindiendo en la medida de lo posible de paramentos exteriores cerrados (no acristalados). Los aspectos de privado y público se anulan (supuestamente). Unos elementos empotrados mínimos y colocados sutilmente aumentan el contraste con la vista libre total.

La planta diáfana → ❹

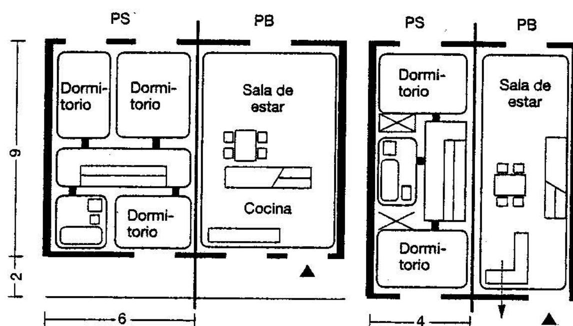
La planta diáfana surge a partir del análisis de las relaciones funcionales entre las diversas zonas de la vivienda, y está confeccionada a medida para un grupo individual de usuarios. Se crean sucesiones diferenciadas de espacios, unidos sin zonas neutras intermedias y con relaciones visuales interesantes.

PLANTAS

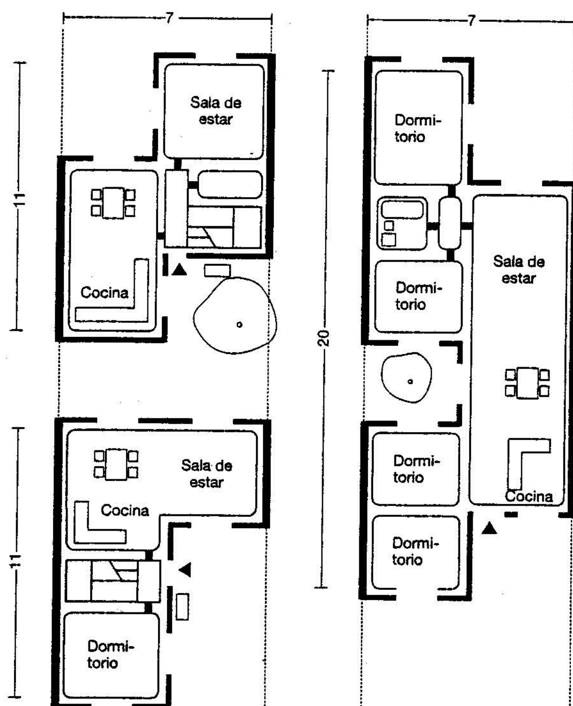
CASAS



1 Vivienda unifamiliar aislada, planta baja y primera (plantas espejadas)



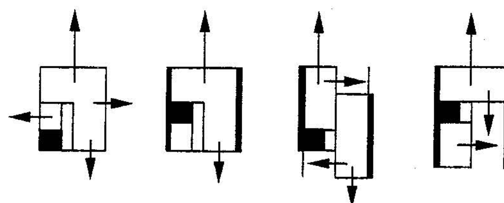
2 Vivienda corredor, casa adosada (dimensiones mínimas)



3 Casa adosada en L

4 Casa con patio

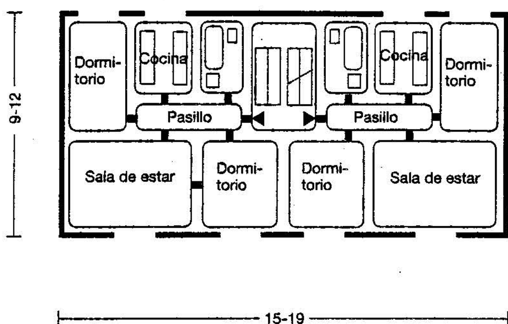
La vivienda unifamiliar aislada → 1
La vivienda unifamiliar aislada es la adaptación de la "casa burguesa" → pág. 155, para viviendas privadas en urbanizaciones nuevas: las dimensiones en planta, infraestructura y las normas respecto a las separaciones a los lindes están ideadas para esta tipología.
Debido al limitado frente de fachada a la calle, el acceso se sitúa en un lateral y el acceso rodado conduce al garaje. El edificio es exento en todos sus lados, y la representatividad del modelo rara vez se conserva más que como un tópico. La distribución es sencilla y eficaz: la zona común con cocina abarca toda la profundidad del edificio y puede ser iluminado por tres costados. La disposición de un pasillo central crea distribuciones económicas en las plantas superiores con superficies para la circulación muy reducidas.
La falta de espacios exteriores semipúblicos y privados debido a la vecindad cercana se percibe frecuentemente como deficiencia que los habitantes subsanan con elementos decorativos (verjas, pérgolas, marquesinas, garajes abiertos, etc.).



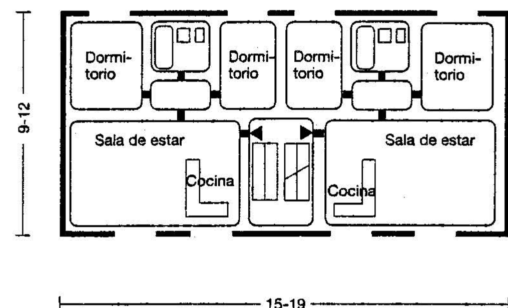
5 Tipologías de casas aisladas y adosadas

Casas en hilera → 2
Las casas en hilera a veces proporcionan la sensación de vivir en una casa unifamiliar aislada, por lo que en ellas se despliega el repertorio espacial de esta última → 1.
La secuencia en hilera limita la posibilidad de asoleo a solo dos fachadas, de modo que en profundidades económicas de hasta unos 12 m y anchuras entre 4 y 8 m se produce una zona central bastante oscura, con las escaleras y espacios secundarios, pero donde a menudo puede colocarse una mesa para comer.
Como solución a esto, las zonas comunes pueden comunicar ambas fachadas y contar con iluminación natural por ambos lados.
Las diferentes cualidades (urbanísticas, de orientación, etc.) de ambas fachadas pueden así percibirse simultáneamente.
Si es lo suficientemente amplio, el corredor exterior da la idea de una vivienda colectiva. El corredor antepuesto en un costado reduce el asoleo y, por tanto, la profundidad de la vivienda. En viviendas de dos plantas es frecuente una escalera dispuesta en perpendicular.

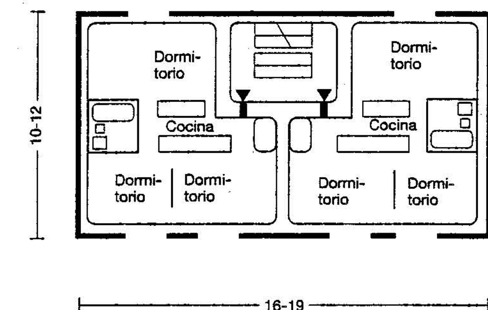
El espacio exterior semipúblico → 3 – 4
En plantas de dimensiones algo más grandes puede recurrirse a distribuciones en L o a casas adosadas protegidas con espacios exteriores privados y semipúblicos, una superficie habitable y un programa similares a las casas en hilera, cambiando levemente la geometría de la planta.
Todo ello se consigue a menudo dislocando partes de la planta → 3 o creando espacios exteriores → 4.
Las habitaciones pueden orientarse hacia estos espacios exteriores privados.



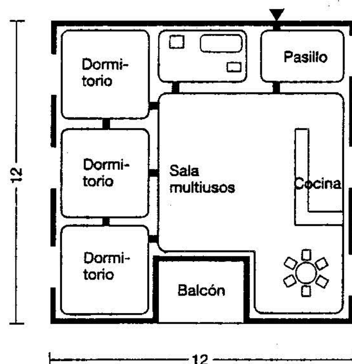
❶ Planta de vivienda en edificio con dos viviendas por rellano y pasillo central



❷ Planta zonificada



❸ Núcleo central de servicios



❹ El centro como sala multiuso

La planta con pasillo central → ❶

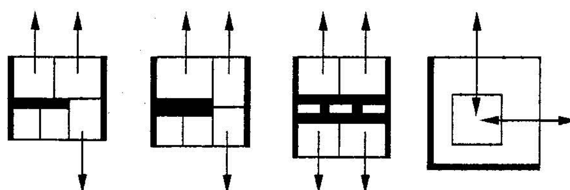
La planta con pasillo central es clásica en los edificios de viviendas de finales del siglo XIX. Las estancias se enfilan a lo largo de ambas fachadas y están separadas claramente por el muro (de carga) central y el corredor dispuesto en paralelo.

Se puede acceder y utilizar separadamente a todas las estancias. Las zonas comunes e individuales pueden organizarse dando a las respectivas fachadas paralelas, atribuyéndoles así las respectivas cualidades de cada frente del edificio.

La iluminación natural de todos los recintos habitables está garantizada; en el caso de grandes profundidades puede ensancharse el pasillo central oscuro para formar un vestíbulo.

A la vivienda con pasillo central se accede por su eje o mediante un vestíbulo de acceso.

En una época de usos de vivienda neutrales, esta planta con pasillo central es una tipología popular y funcional.



❺ Evolución tipológica del pasillo central a la sala multiusos

La planta zonificada → ❷

Esta planta de estancias agrupadas se desarrolló a principios del siglo XX y se basa en la división en dos grupos de estancias dentro de la vivienda: una zona de día (sala de estar, cocina y comedor) y una zona de noche (dormitorios y baños).

El rasgo característico de este tipo de plantas es un pequeño "distribuidor de noche" que da acceso a dos dormitorios y al aseo, en una unidad espacial separada de la zona de día mediante una puerta. La separación espacial de ambas zonas tiene como fin el funcionamiento sin interferencias interiores en viviendas con poca superficie habitable y una superficie mínima necesaria para accesos.

Núcleo central de servicios → ❸

Para edificios con profundidades mayores puede ensancharse la zona central de la vivienda y transformarla en una zona de dependencias secundarias, reservando las fachadas al completo para estancias habitables. En esta zona se disponen los baños, que se iluminan artificialmente o a través de otras estancias, la cocina, armarios o trasteros, pasillos y distribuidores que conectan con el resto de estancias.

El corredor central ensanchado → ❹

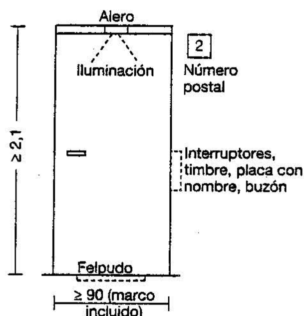
Como una alternativa al núcleo central de servicios → ❸, en torres aisladas → pág. 154 ❹, la zona central de la vivienda puede formar una sala (multiusos) como centro espacial.

Esta sala central también sirve de acceso al resto de espacios y se ilumina con luz natural indirecta a través de otras piezas o directa mediante huecos recortados en la fachada (p. ej., balcones retranqueados).

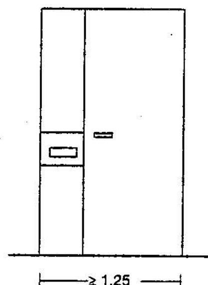
Tipológicamente, esta sala multiusos es comparable a un patio y, en el mejor de los casos, sirve como espacio neutro de relación y para juegos. A menudo, adjudicar un único uso a esta sale es una tarea difícil.

La entrada

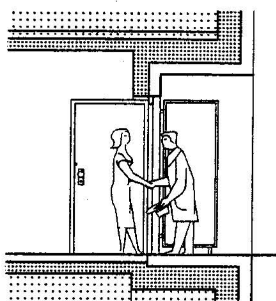
La entrada es el rostro de la casa, donde el visitante recibe su primera impresión. Las diversas funciones tienen que estar dispuestas y diseñadas de manera práctica y atractiva → ❶.
Si la entrada da directamente al exterior, debería estar resguardada de los vientos dominantes. En caso de condiciones climatológicas desfavorables es recomendable disponer de un cortavientos → pág. 148. (si la puerta de entrada da a la caja de escaleras, esta cumplirá dicha función).
Según la Ordenanza Alemana de Edificación (MBO), las puertas de entrada a una vivienda a la que se accede por una ascensor debe tener una anchura de paso libre de 90 cm (acceso sin barreras para silla de ruedas → DIN 18025). La altura de la puerta debe ser como mínimo de 2,1 m. Deben evitarse los cambios de nivel en los umbrales. La puerta de entrada debe satisfacer, además, las exigencias de protección acústica y contra incendios.
Las zonas de acceso deberían tener un ancho mínimo de 1,25 m (1,5 m preferible) y un fondo de un metro, para que dos personas puedan esperar cómodamente resguardados delante de la puerta → ❹.
Las ilustraciones → ❺ – ❽ muestran los típicos accesos a viviendas uni y plurifamiliares y a edificios de viviendas.
Un elemento importante de la zona de acceso en las viviendas colectiva es la caja de escalera y el ascensor → pág. 140. La disposición y el tamaño del ascensor determinan la dimensión del rellano, con espacio suficiente para varias personas, usuarios de silla de ruedas o camillas de enfermos → ❾ – ⓬.

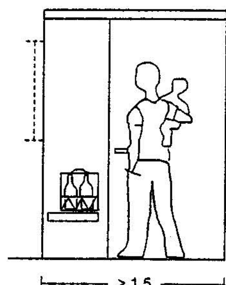


❶ Puerta de entrada, medidas mínimas

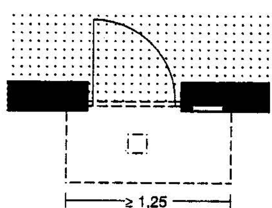


❷ Vestíbulo, medidas mínimas

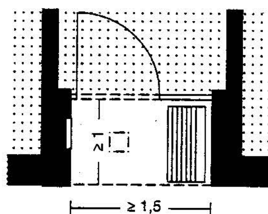

❸ Sección de acceso cubierto



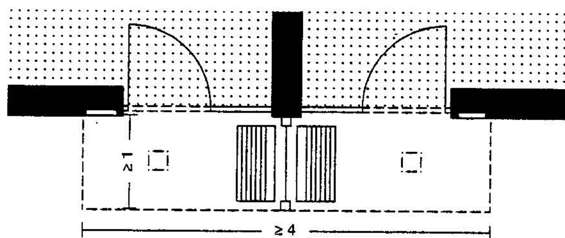
❹ Asiento, repisa para bolsas de la compra, llaves, etc.



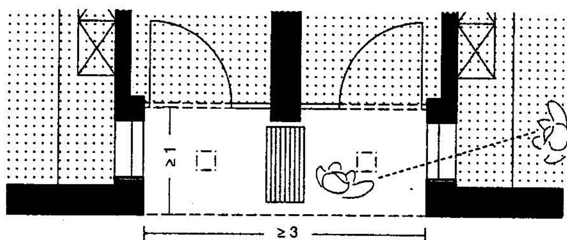
❺ Acceso cubierto



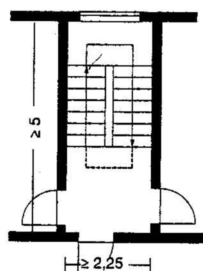
❻ Puerta retranqueada



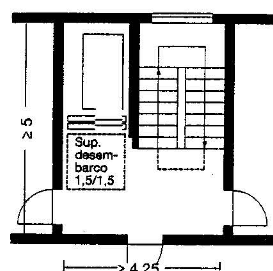
❼ Dos puertas bajo un alero común



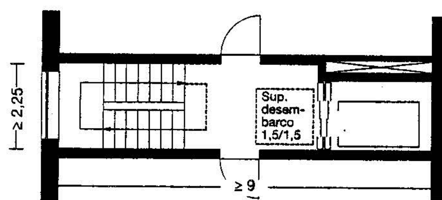
❽ Casa pareada con zona de acceso común



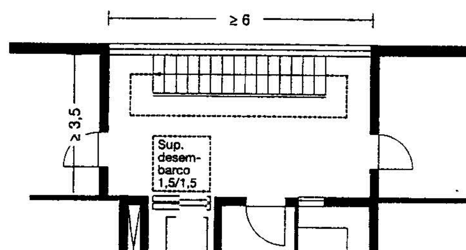
❾ Caja de escalera de dos tramos; tres viviendas por rellano



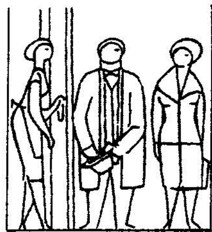
❿ Caja de escalera y ascensor paralelos; tres viviendas por rellano



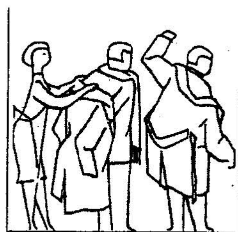
⓫ Caja de escalera frente al ascensor; dos viviendas por rellano



⓬ Escalera de un tramo, escalera y ascensor desplazados



❶ El espacio antepuesto debe permitir un recibimiento cómodo



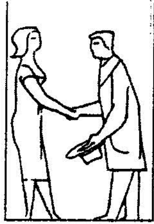
❷ Para quitarse la ropa cómodamente

Vestíbulo

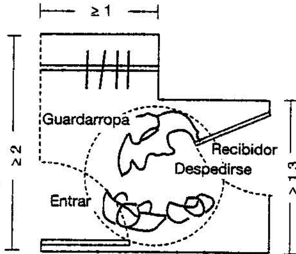
El vestíbulo debería ser un espacio definido, y en el caso de conducir directamente al exterior debería disponer de puerta interior que haga de cortavientos. Debe contar con espacio suficiente para múltiples maneras de moverse → ❹.

Aquí tiene lugar la recepción, bienvenida, guardarropa, despedida, pero también la primera composición del lugar del visitante → ❶ – ❸. Las diversas prendas y objetos deben ordenarse en un espacio reducido de modo atractivo y práctico → ❺, ❻.

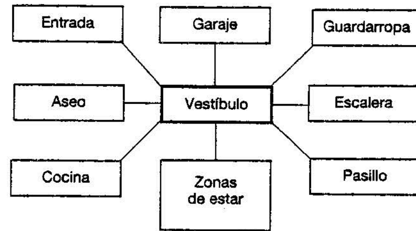
Desde el vestíbulo debería accederse directamente a las zonas comunes más importantes: cocina, aseo y escalera.



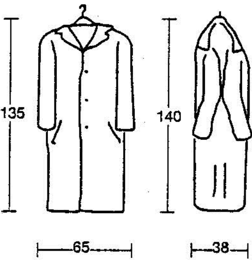
❸ Para despedirse cómodamente

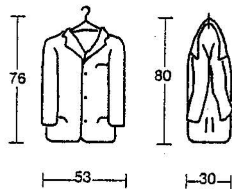


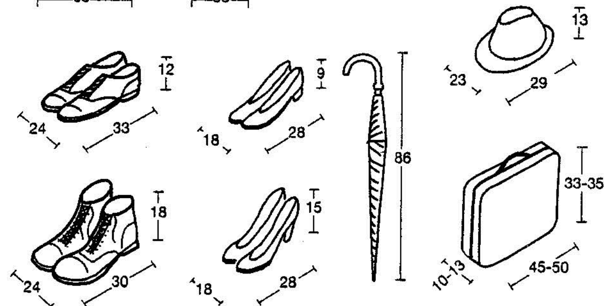
❹ Esquemas de flujo de movimiento en planta



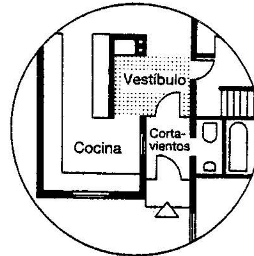
❼ Relaciones espaciales entre el vestíbulo y el resto de la vivienda



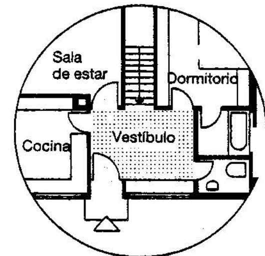




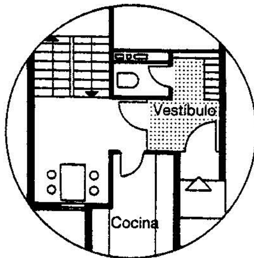
❺ Medidas de abrigos y chaquetas, paraguas, sombreros, maletas, zapatos



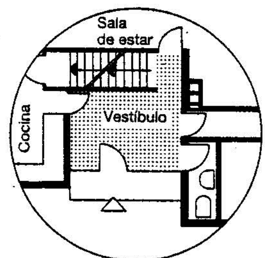
❽ Vestíbulo con cortavientos



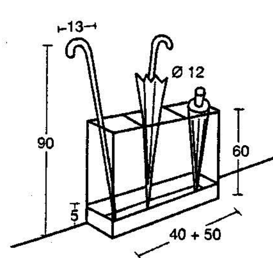
❾ Vestíbulo conectado con cocina, aseo, escalera al sótano y dormitorios

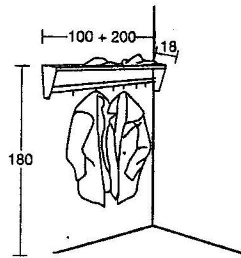


❿ Entrada lateral

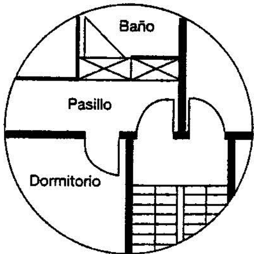


⓫ Vestíbulo junto a la escalera al sótano

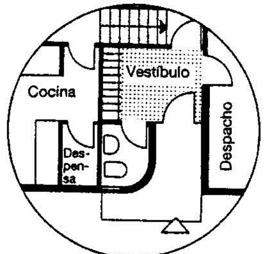




❻ Paragüero con fondo estanco, perchero (6 ganchos en un metro)



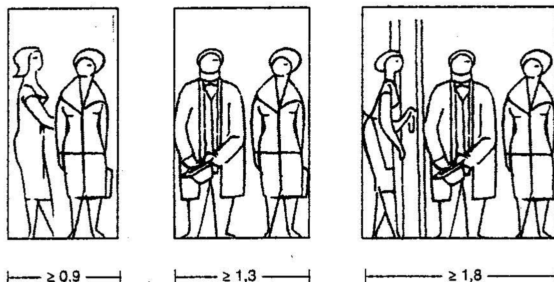
⓬ Vestíbulo de una vivienda



⓭ Vestíbulo junto al despacho

PIEZAS DE LA VIVIENDA

ACCESOS



1 Anchuras de pasillo

Tipo de pasillo	poco tránsito	mucho tránsito
Pasillo con huecos en un solo lado; las puertas abren hacia la habitación	0,9 m	1,3 m
Pasillo con huecos en ambos lados; las puertas abren hacia la habitación	1,6 m	
Pasillo con huecos en un solo lado; las puertas abren hacia el pasillo	1,4 m	1,8 m
Pasillo con huecos en ambos lados; las puerta abren hacia el pasillo		2,2 m
Pasillo con huecos en ambos lados; las puertas en paralelo abren hacia el pasillo	2,4 m	2,6 m

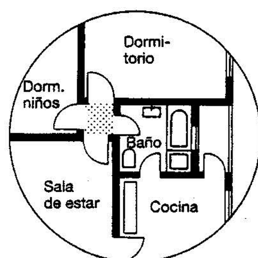
2 Anchuras mínimas de pasillos según la posición de las puertas (en un lado, en ambos lados), el barrido y el tránsito

Pasillos

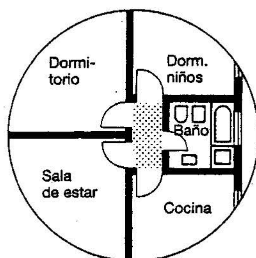
Los pasillos constituyen el espacio neutro de comunicación entre las estancias de la casa. Aunque no forman parte de la superficie habitable en el sentido estricto de la palabra, deberían ser proyectados amplios y con diversidad espacial. Es deseable que se abran parcialmente a estancias habitables y que tengan iluminación natural. A menudo las habitaciones adyacentes parecen más espaciosas si se agranda el pasillo reduciendo la superficie de estas, debido a la mejor posición de la puerta en relación con cama y armarios → 5.

Anchuras de pasillo

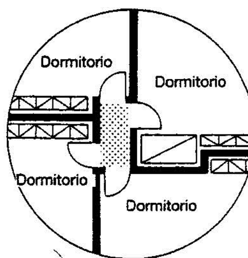
La anchura del pasillo se rige por su situación en planta, el número y la posición de las puertas que dan a él (en un lado, en ambos) y el transito que recibe → 2.
Las ilustraciones 3 – 14 muestran el número máximo de piezas de más de 2 m de ancho a las que se pueden acceder desde diferentes dimensiones y formas de pasillos. En los ejemplos se parte de una anchura mínima del corredor de un metro, la medida que permite que dos personas puedan cruzarse. Este ancho no permite colocar armarios, de modo que es preferible empotrarlos → 6, 9. En la posición de las puertas debe tenerse en cuenta la colocación de camas y los armarios empotrados.



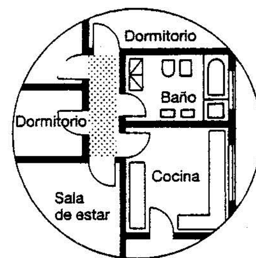
3 1 m² de pasillo = 4 habitaciones, como lugar de conexión entre los dormitorios, el baño y la sala de estar



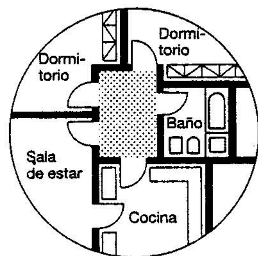
4 2 m² de pasillo = 3 habitaciones, por lo demás como → 3



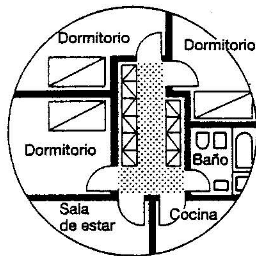
9 2 m² de pasillo = 4 habitaciones con armarios empotrados



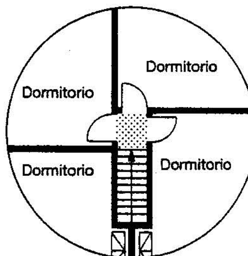
10 3 m² de pasillo = 6 habitaciones, se puede acceder a la cocina, al baño, a 3 dormitorios y a la sala de estar



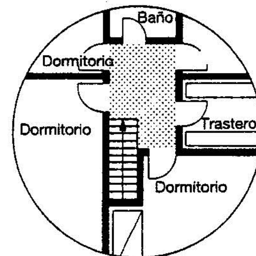
5 4 m² de pasillo = 5 habitaciones con armarios empotrados



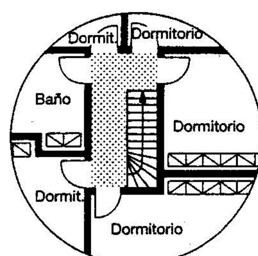
6 5,2 m² de pasillo = 6 habitaciones, en parte con armarios empotrados



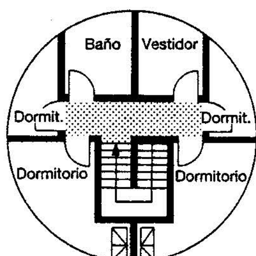
11 1 m² de pasillo = 3 habitaciones grandes al final de una escalera que no continúa



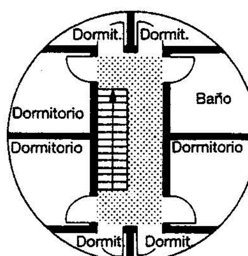
12 5 m² de pasillo = 4 habitaciones grandes y 2 pequeñas (baño, trastero)



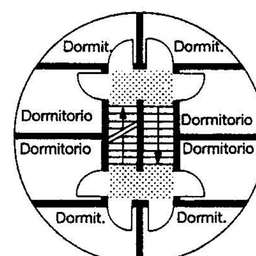
7 5 m² de pasillo = 5 habitaciones grandes y 1 baño



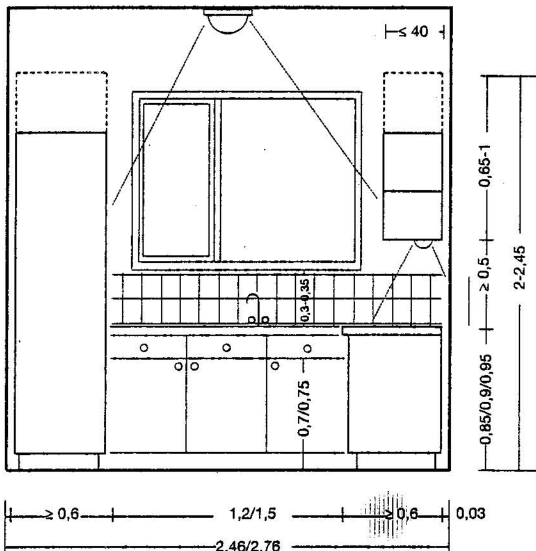
8 4 m² de pasillo = 4 habitaciones, 1 baño y vestidor



13 7 m² de pasillo = 8 habitaciones con escalera



14 4 m² de pasillo = 4 habitaciones grandes y 4 pequeñas



❶ Medidas exigidas en cocinas

La **cocina** es un lugar de trabajo dentro de la vivienda, pero también una zona de estar y punto de encuentro para los habitantes y los huéspedes. Se relaciona con otras zonas de la vivienda de varias maneras. **Según la Ordenanza Alemana de Edificación** (MBO), **cada vivienda debe disponer de una cocina o una cocina americana.**

Las cocinas y las cocinas americanas sin ventana son generalmente desventajosas y solo son admisibles si se garantiza una ventilación eficaz.

La cocina requiere una altura libre mínima de 2,4 m y un hueco de luz y ventilación (dimensiones de obra) con una superficie mínima de 1/8 de la superficie útil.

Distribución

Es aconsejable orientar la cocina a noreste o noroeste, comunicada directamente con el vestíbulo (trayectos cortos para transportar la compra, la basura, etc.), con el jardín o huerto y con el sótano. **Relaciones con otras piezas de la vivienda**: con el comedor, el cuarto de la plancha y la despensa.

Desde la cocina se debería poder ver claramente la entrada, la zona de juegos infantiles y la terraza → ❹.

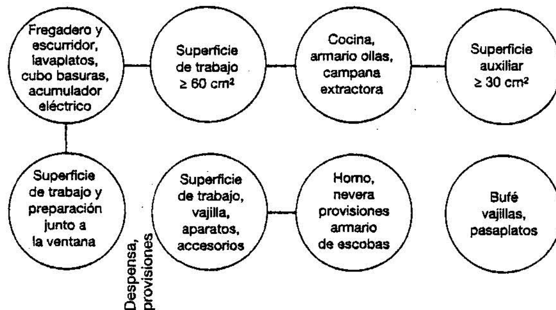
Vivienda

PIEZAS DE LA VIVIENDA
Accesos y evacuación
Cocinas
Estancias de la vivienda
Baños
Espacios auxiliares
Garajes

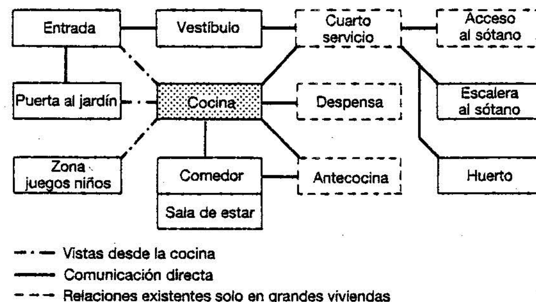
MBO

DIN EN 1116

véase también: Accesibilidad, pág. 487



❷ Disposición correcta de los lugares de trabajo en una cocina



❹ Relaciones funcionales de una cocina grande

Equipos	Anchura (en cm)	
	Superficie auxiliar	Fondo (en cm)
Armarios para vajilla, cazuelas, provisiones, etc.		
1 Armario bajo	30-150	60
2 Columna	60	60
3 Armario alto	30-150	≤ 40
Frigoríficos y congeladores		
4 Frigorífico	60	60
5 Congelador vertical	60	60
6 Congelador horizontal	≥ 90	Producto
Superficies de trabajo y auxiliares		
7 Pequeña superficie de trabajo entre cocina y fregadero	≥ 60	60
8 Gran superficie de trabajo	≥ 120	60
9 Superficie para aparatos	≥ 60	60
10 Superficie auxiliar junto a la cocina	≥ 30	60
11 Superficie auxiliar junto al fregadero	≥ 60	60
Electrodomésticos para cocinar y hornear		
12 Cocina con horno y campana extractora	60	60
13 Placa de cocina con armario bajo	60-90	60
14 Horno empotrado con armario	60	60
15 Microondas	60	60
Fregaderos		
16 Fregadero de un seno con escurridor	≥ 90	60
17 Fregadero de dos senos con escurridor	≥ 120	60
18 Lavavajillas	60	60
19 Módulo de fregadero (de un seno con escurridor, armario bajo y lavavajillas)	≥ 90	60

❸ Dimensiones de muebles de cocina (según DIN EN 1116)

En la norma **DIN EN 1116** se han fijado **dimensiones estándar** para muebles de cocina → ❸. La norma vigente hasta ahora como base del proyecto para superficies de movimiento en cocinas DIN 18022 se anuló en 2007 sin que se haya sustituido por otra, y solo tenía en consideración, aunque insuficientemente, las exigencias de personas de la tercera edad y con discapacidades.

Por ello, las dimensiones aquí tratadas deben considerarse como mínimos. **En general, en el proyecto de cocinas deberían aplicarse las superficies de movimiento según la norma DIN 18025 (Viviendas sin barreras arquitectónicas)** → pág. 33 y ss.

La disposición de los muebles de cocina debe facilitar los **procesos fluidos**, con suficiente holgura y sin trayectos superfluos. El uso de electrodomésticos y muebles requiere una superficie de movimiento entre los frentes paralelos de 1,5 m (mínimo 1,2 m). Puesto que el fondo de la mayor parte de los módulos de cocina es de 60 cm, para moverse con facilidad la anchura mínima de la cocina es de 2,7 m (mínimo 2,4 m; + unos 6 cm de separación a la pared).

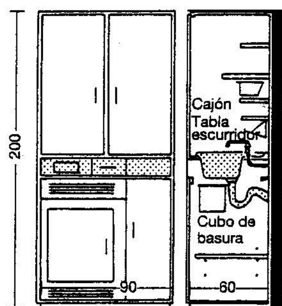
La **altura de las superficies de trabajo** debería estar adaptada a la altura del usuario (entre 85 y 95 cm) → ❶. Si se dispone de tableros de trabajo (extraíbles) puede evitarse el trabajo de pie. En general, debe procurarse mantener una postura propicia en las labores de cocina y una buena iluminación de la zona de trabajo → pág. 166.

Para facilitar las tareas de cocina debe tenerse como objetivo la disposición eficiente de los lugares de trabajo → ❷.

MBO

DIN EN 1116

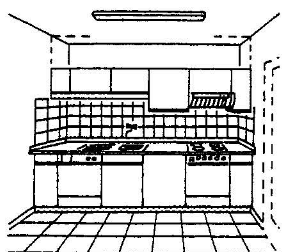
Véase también: Accesibilidad, pág. 487

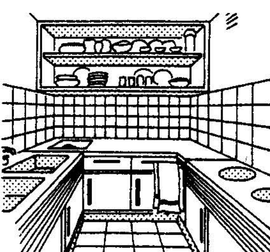


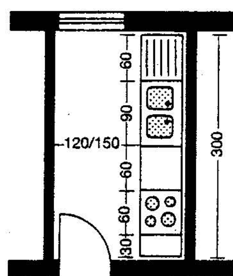
❶ Cocina americana (de armario)



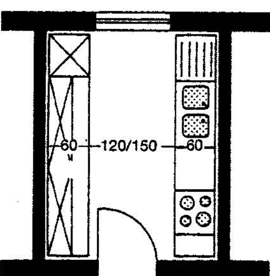
❷ Cocina mínima con ventilación forzada Arq.: Neufert


❸ Perspectiva de una cocina con muebles en un solo lado → ❺

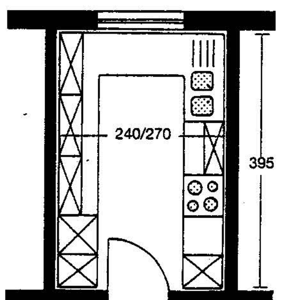

❹ Vista en perspectiva → ❼



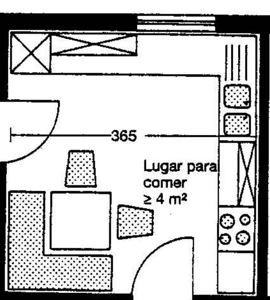
❺ Cocina con muebles a un solo lado



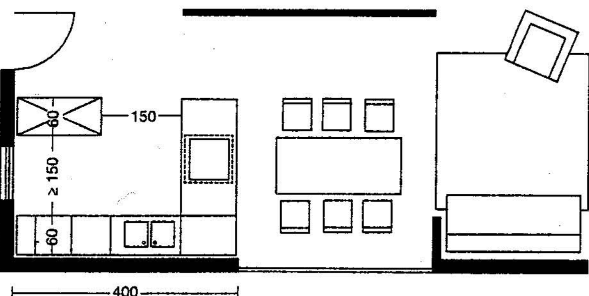
❻ Cocina con muebles a los dos lados



❼ Cocina en forma de U



❽ Cocina en forma de L con esquina para comer



❾ Cocina americana combinada con espacios diáfanos

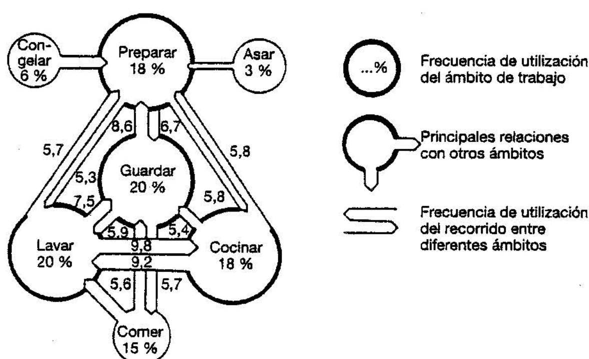
Tipologías de cocina

Los tipos de cocina aquí ilustrados resultan de los muebles y electrodomésticos de cocina necesarios y de sus superficies. En general, se distinguen:

Mini cocinas: satisfacen solo una parte de las exigencias domésticas (apenas superficie y armarios), y se prestan más bien para viviendas de vacaciones, apartamentos (de estudiantes) y "muebles cocina". Los rincones para estas cocinas generalmente no necesitan una habitación propia y pueden ubicarse en zonas de tránsito y pasillos → ❶ – ❷.

La cocina como lugar de trabajo: los muebles y los electrodomésticos se organizan de manera funcional en la menor superficie posible en uno o dos frentes o en forma de U, generalmente por módulos. La posición de los electrodomésticos y las superficies de trabajo y de preparación se optimizan para obtener procesos de trabajo económicos → ❾. Se crean lugares de trabajo eficientes con superficies de entre 5,5 y 9,5 m², pero sin cualidades de estancia dignas de mención → ❺ – ❼.

La comunicación con el comedor se efectúa por el pasillo, y puede ser secundada mediante huecos para pasaplatos, etc.



❿ Frecuencia de utilización de los distintos ámbitos de una cocina

La cocina comedor

Además de las instalaciones propias de cocina, la cocina comedor ofrece espacio para una mesa con sillas o bancos (p. ej., como comedor adicional, o mesa de desayuno). La cocina se revaloriza transformándola en estancia con derecho propio y como lugar de relación. Las cocinas comedores pueden planificarse con superficies a partir de unos 12 m². Son ventajosas las disposiciones en L con puertas que comunican con el salón y el pasillo sobre superficies a partir de unos 14 m² → ❽.

Una forma que se ha desarrollado en paralelo a la cocina comedor es la **cocina *office***, que conecta la cocina visual y espacialmente con el salón y el comedor.

Las cocinas americanas pueden ser un espacio de trabajo funcional en conexión con el salón y, p. ej., una barra con taburetes como separación → pág. 166 ❸.

Los proyectos modernos de cocina se distancian otra vez del concepto de la cocina modular, y conciben los equipos de la cocina como un conjunto de objetos autónomos desarrollados según las necesidades formales y funcionales que se agrupan como muebles en la zona de estar (amplia en la medida posible).

Las cocinas abiertas necesitan una buena ventilación y extracción de humos para reducir al máximo las molestias en las zonas de estar y comedor. En muchos casos se recomienda, además, una separación móvil, como, p. ej., una cortina separadora → ❾.

Muebles de cocina

Para amueblar las cocinas se dispone de numerosos sistemas modulares con funciones y dimensiones definidas, que frecuentemente se colocan en conjunto con una encimera corrida.

En especial se distinguen:

Armarios bajos con grandes cajones o puertas para provisiones, grandes piezas de vajilla y como volumen para empotrar electrodomésticos → ❶ – ❷.

Armarios altos para provisiones y vajilla, y para albergar electrodomésticos ligeros (p. ej., microondas) → ❸ – ❹.

Columnas con alturas de unos 2 metros para armarios de aprovisionamiento o escoberos o para empotrar el frigorífico, el horno, etc.

Horno con campana extractora con 2-4 fogones de cocina eléctrica o de gas, a menudo separado, horno empotrado (en un armario columna) y placa de cocina empotrada en la encimera → ❺ – ❼.

Fregadero, generalmente empotrado, con 1-2 senos y escurridor integrado → ⓫ – ⓬.

El módulo bajo el fregadero sirve generalmente para instalar el **lavavajillas** → ❾ y para guardar el cubo de la basura.

Frigorífico bajo encimera (en cocinas pequeñas) o integrados en columnas con **compartimento para congelador, congelador vertical** independiente o combinado con un **congelador horizontal** → ⓯ – ⓰.

Vivienda

PIEZAS DE LA VIVIENDA

Accesos y evacuación
Cocinas
Estancias de la vivienda
Baños
Espacios auxiliares
Garajes

DIN EN 1116

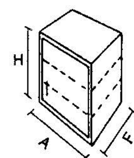
H × A × F (cm)
85 × 20 - 60 × 60

❶ Armario de un módulo

H × A × F (cm)
85 × 70 - 150 × 60

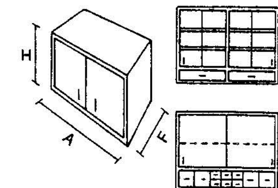
❷ Armario bajo de dos módulos

H × A × F (cm)
35 × 20 - 120 × 35
65
100

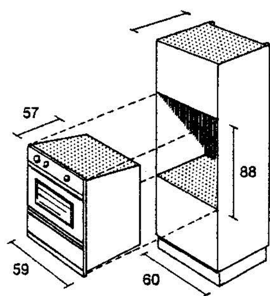


❸ Armario alto (o de pared) de un módulo

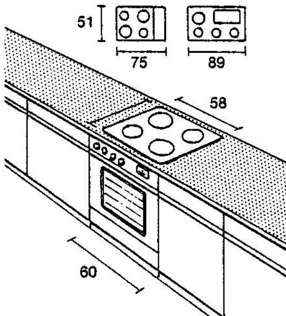
H × A × F (cm)
50 × 70 - 150 × 35
65
100



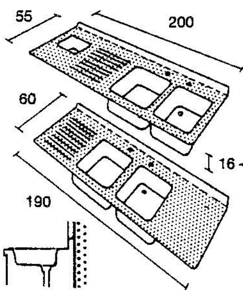
❹ Armario alto (o de pared) de dos módulos



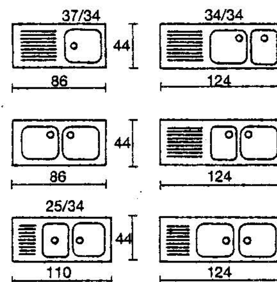
❺ Horno empotrado



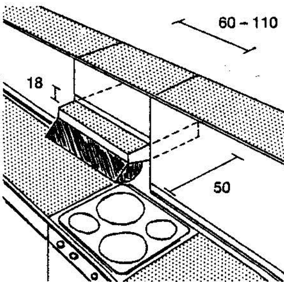
❻ Espacio para la cocina



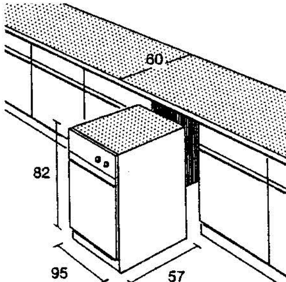
⓫ Medidas de fregaderos empotrados



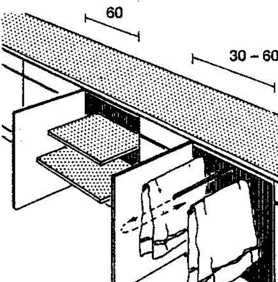
⓬ Fregaderos empotrados



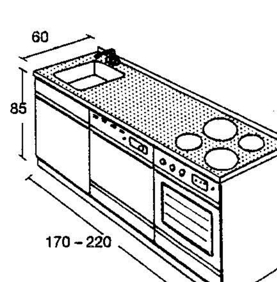
❼ Campana extractora de humos



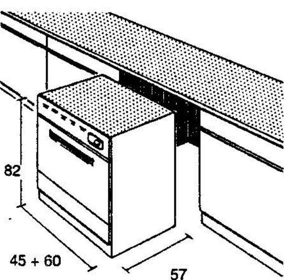
❽ Prensa eléctrica para basura



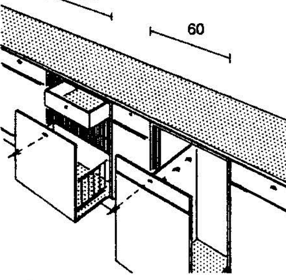
⓭ Armario para utensilios y para secar



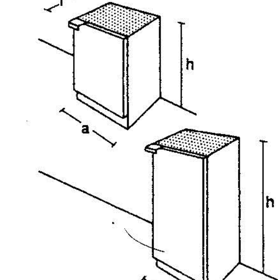
⓮ Isla de cocina



❾ Lavaplatos



❿ Armarios para cazuelas



⓯ Frigoríficos

Frigoríficos

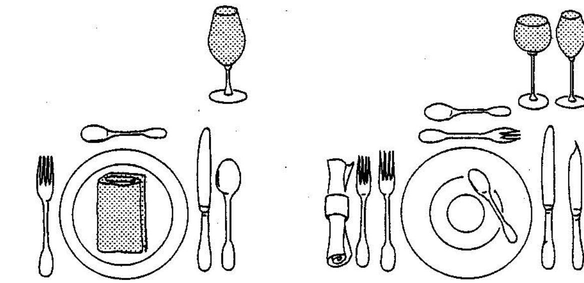
Vol. (l)	a (cm)	f (cm)	h (cm)
50	55	55-60	80-85
75	55	60-65	85
100	55-60	60-65	85
125	55-60	65-70	90-100
150	60-65	65-70	120-130
200	65-75	70-75	130-140
250	70-80	70-75	140-150

Frigoríficos empotrados

Vol. (l)	a (cm)	f (cm)	h (cm)
50	55	50-55	80-85
75	55	55-60	85-90
100	55	60-65	90

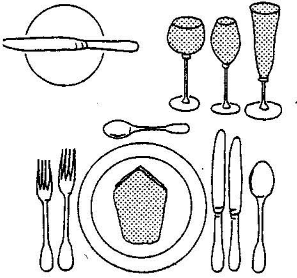
⓰ Dimensiones → ⓯

DIN EN 1116

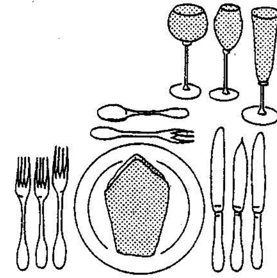


❶ Menú: sopa, plato de carne, postre, bebida

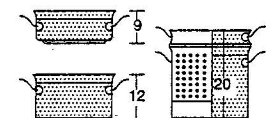
❷ Menú: sopa, plato de pescado y de carne, postre, vino blanco y tinto

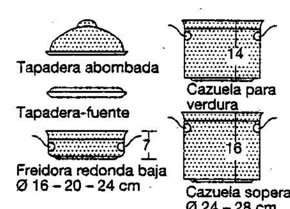


❸ Menú: sopa, plato de pescado y de carne, postre, cava, vino tinto y blanco



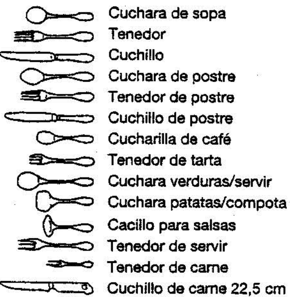
❹ Menú: entrante, plato de carne y de pescado, postre, cava, vino blanco y tinto



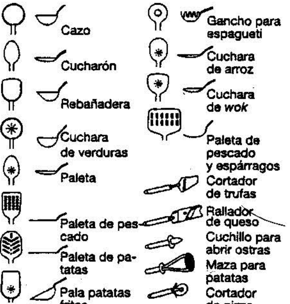


❺ Cazuelas apilables

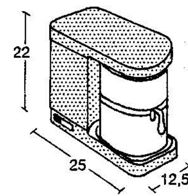




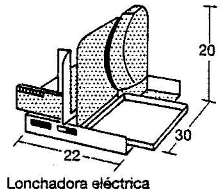


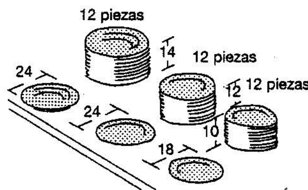


❻ Utensilios de cocina

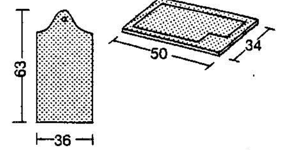


❼ Cafetera eléctrica

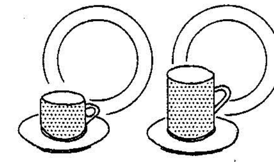




❽ Platos



❾ Tablas para amasar y cortar

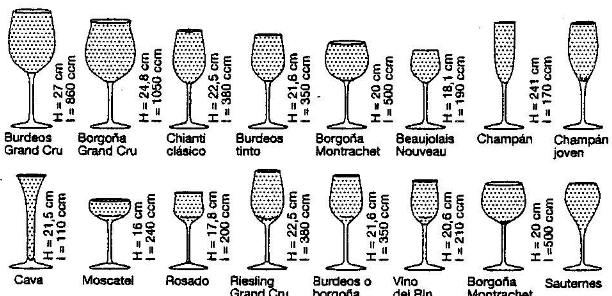


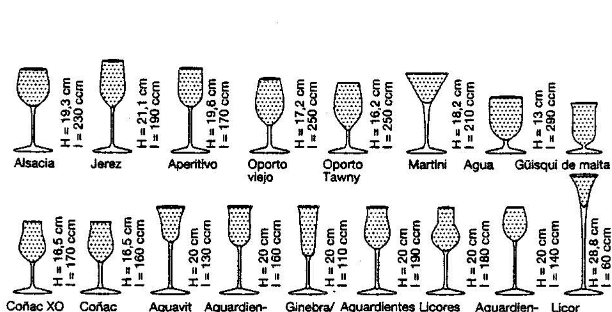


❿ Juego de café/desayuno

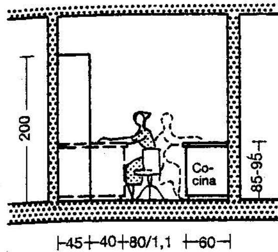


⓫ Fuentes

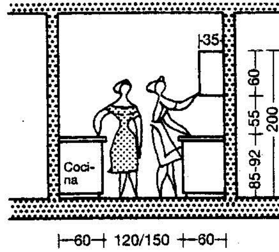




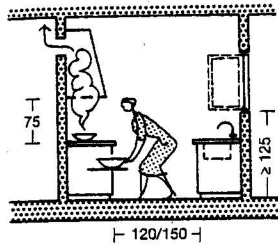
⓬ Copas para licores



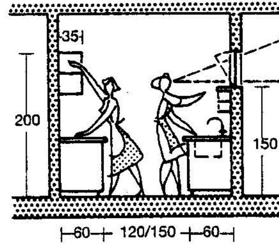
1 Sección transversal de cocina con dos puestos de trabajo



2 Sección transversal de cocina con dos puestos de trabajo



3 Los fogones situados a gran profundidad requieren mayor espacio de movimiento. Colocar una campana extractora encima suyo



4 Profundidad de la mesa de trabajo: 60 cm

Procesos de trabajo

La distribución de los muebles y electrodomésticos de la cocina debe facilitar procesos de trabajo eficaces y poco costosos. Aparte de un orden razonable de los electrodomésticos, las superficies auxiliares y de trabajo → pág. 161 pueden optimizarse y reducirse al colocarlas en paralelo → 1.

Con una distribución adecuadamente separada de las superficies de trabajo y de los electrodomésticos sobre la misma superficie, dos personas pueden utilizar la cocina al mismo tiempo → 2.

Los armarios altos y los cajones deberían relacionarse con las superficies de trabajo correspondientes y de acceso fácil → 3 - 4.

Las superficies de trabajo con alturas correspondientes según las tareas respectivas pueden facilitar considerablemente el trabajo de cocina → 8.

Las cocinas son espacios de la vivienda de mucho uso y, por tanto, deben poderse limpiar cómoda y fácilmente → 14.

La iluminación debería realizarse mediante lámparas colocadas bajo los armarios altos → 7.

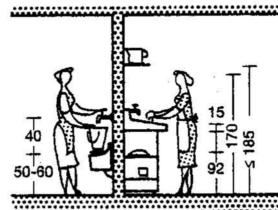
Es aconsejable fijar la altura del antepecho de las ventanas a la distancia suficiente de las superficies de trabajo para evitar que el barrido de las ventanas tire los objetos sobre las superficies → 8.

En el proceso de proyecto deberían considerarse la posición de interruptores y enchufes, al igual que el espacio adicional necesario para instalaciones en trasdosados, radiadores y conductos de calefacción.

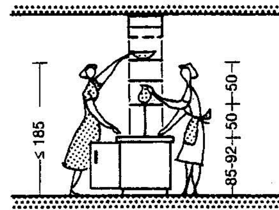
Vivienda

PIEZAS DE LA VIVIENDA

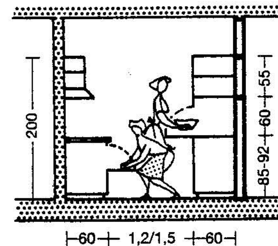
Accesos y evacuación
Cocinas
Estancias de la vivienda
Baños
Espacios auxiliares
Garajes



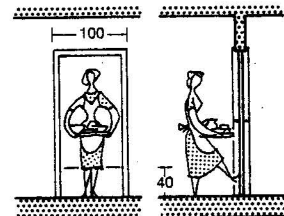
5 Altura de grifos y piletas, y máxima altura de los fregaderos y de un estante situado encima suyo



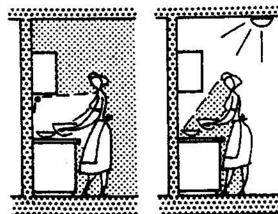
6 Hueco entre cocina, fregadero o bufé hacia el comedor o sitio de comer, con estantes para la vajilla encima suyo



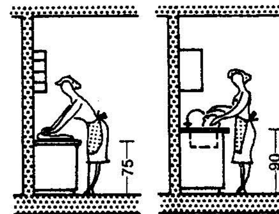
11 Trabajando dos personas, una al lado de otra



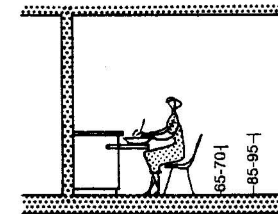
12 Puerta entre la cocina y el comedor que pueda abrirse con el pie



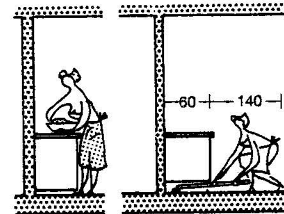
7 Iluminación correcta y errónea de una cocina



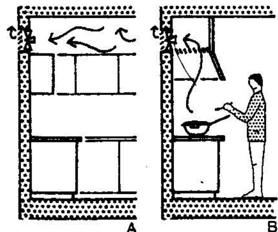
8 La altura usual de las encimeras (85 cm) está comprendida entre las alturas extremas para cocinar y fregar



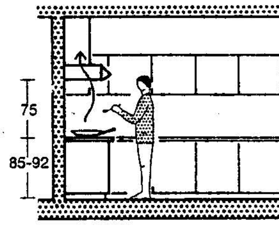
13 Prever una tabla extraíble para trabajar sentado



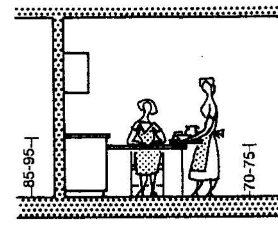
14 Disposición correcta del zócalo de los armarios para limpiar y trabajar con comodidad ≥ 8 cm



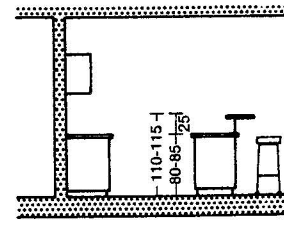
9 Ventilación mecánica mediante un ventilador en la pared exterior (A) o una campana extractora justo encima de la cocina (B)



10 Es preferible una campana extractora de humos



15 Mesa plegable o abatible



16 Barra para comer

Comedores

Los comedores cumplen funciones comunicativas, sociales y representativas. Constituyen una parte central de la vida común dentro de una vivienda.
La gama abarca desde tomar el tentempié en la cocina hasta comer toda la familia unida o con huéspedes (en un comedor aparte).
Las exigencias que debe cumplir un comedor en lo que se refiere al diseño y la distribución son muy variadas.
Desde muchos puntos de vista, la mesa del comedor puede ser el centro de la organización de la vivienda → pág. 162 ❾.

Exigencias mínimas

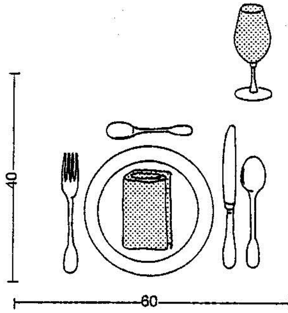
El comedor debe dimensionarse con relación a la superficie de la vivienda y, como mínimo, ofrecer espacio para cuatro personas.

Distribución

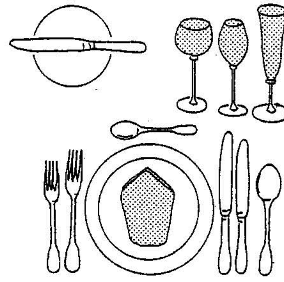
La orientación favorable de los comedores es a sur o a oeste. Es conveniente una comunicación directa con la cocina y prever una posibilidad de ampliación para fiestas (mediante puertas correderas o similares). Los comedores se comunican, a ser posible, con el balcón o la terraza.
Si se desea una mesa por separado para el desayuno, un buen lugar es colocarla al sur o al este de la vivienda. Si se sitúa en la cocina, requiere superficies de apoyo y movimiento adicionales.

Equipamiento y espacio necesario

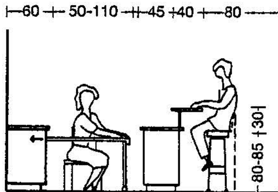
Para poder comer cómodamente, una persona necesita una superficie de mesa de aprox. 60 × 40 cm → ❶, para que la separación entre comensales sea suficiente y haya espacio para un servicio completo.
En el medio de la mesa debería quedar una franja de 20 cm para cuencos, cazos y fuentes.
Una mesa para una merienda puede ser un tablero extraíble a una altura de 70-75 cm → ❸.
Si hay espacio suficiente, una buena solución puede ser una mesa acoplada a un armario.
A la izquierda y a la derecha de la mesa se necesita una superficie de movimiento de 80 cm.
La barra ahorra espacio ya que, aunque también tiene una anchura de 40 cm, se solapa 15 cm. En este caso se necesitan taburetes o sillas altas → ❸, ❼.
La mesa de comer en la cocina requiere más espacio, pero puede suplir al comedor.
Una mesa redonda es más acogedora: diámetro mín. 90 cm, preferible 110-125 cm.
Un banco en L con una mesa ocupa menos espacio como zona para comer. Si hay que acoger a más de tres personas, se amplía la superficie de movimiento con 80 cm por cada asiento.
Las lámparas de comedor no deben producir deslumbramiento.



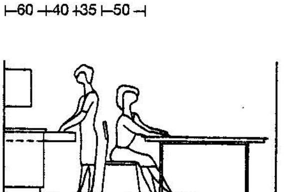
❶ Menú: sopa, plato de carne, postre, bebida



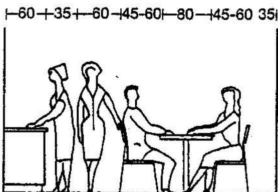
❷ Menú: sopa, plato de pescado y de carne, postre, vino blanco y tinto



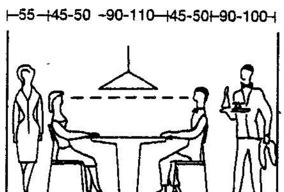
❸ Mesa extraíble y barra de bar con taburetes



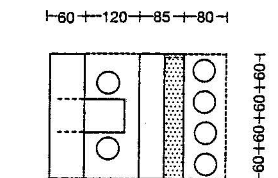
❹ Para poder abrir cajones y puertas



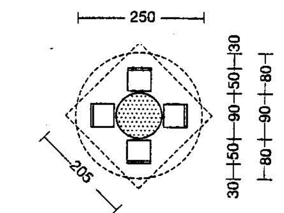
❺ Prever una separación suficiente entre la mesa y el bufé para que pueda pasarse



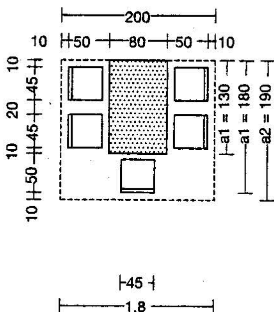
❻ La separación mínima de la mesa a la pared depende del servicio



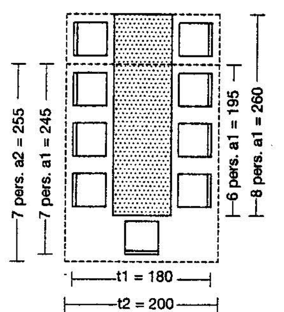
❼ Cocina con barra, planta → ❸



❽ Mesa redonda para 4 a 6 personas



❾ Superficie útil mínima para una mesa de comedor



❿ Superficie útil mínima para una mesa de comedor (8 personas)

Comedor grande para	6-24 pers.
Anchura de las mesas	55-110 cm
Anchura por comensal	55-70 cm
Incremento para asientos de cabecera	10-20 cm

$$\varnothing \text{ mesa redonda} = \frac{\text{ancho por comensal} \times \text{n° de pers.}}{3{,}14}$$

P. ej., ancho de 60 cm por comensal y 6 personas, Ø mesa: $\frac{60 \times 6}{3{,}14} = 1{,}04$ m

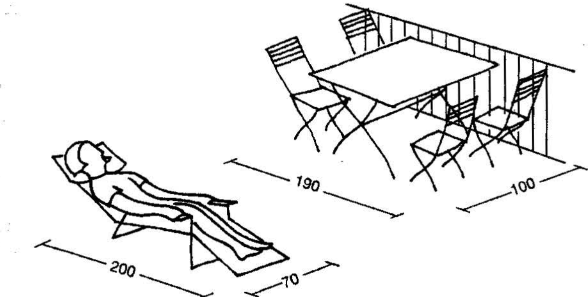
⓫ Superficie útil mínima para una mesa de comedor (4-8 personas)

Superficie útil mínima necesaria para mesas de comedor

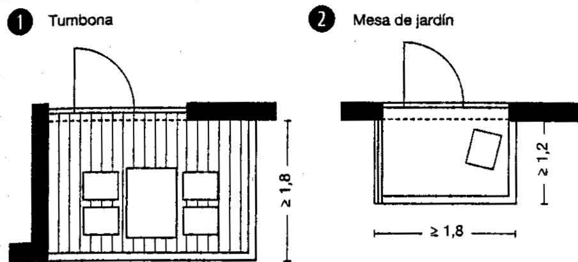
Número de mesas y sillas para	Ancho a1 (cm)	Ancho a2 (cm)	Largo l1 (cm)	Largo l2 (cm)	Sup. útil s1 (m²)	Sup. útil s2 (m²)
4 personas	130	-	180	200	2,34	2,6
5 personas	180	190	180	200	3,24	3,8
6 personas	195	-	180	200	3,51	3,9
7 personas	245	255	180	200	4,41	5,1
8 personas	260	-	180	200	4,68	5,2

a1, l1, s1 sin espacio para retirar la silla
a2, l2, s2 con espacio para retirar la silla

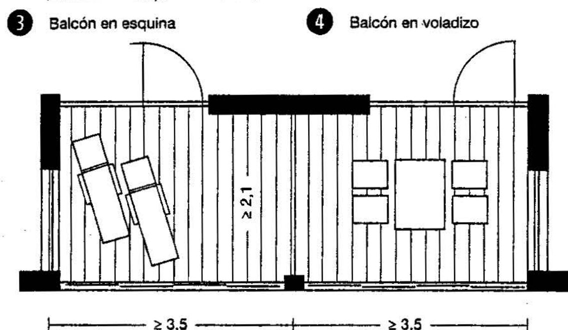
⓬ Anchura por comensal y dimensiones mesas según número de personas



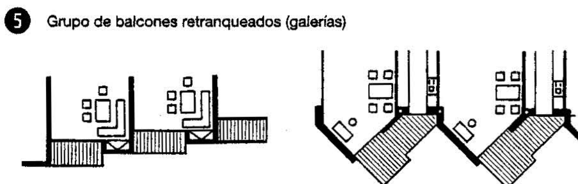
❶ Tumbona ❷ Mesa de jardín



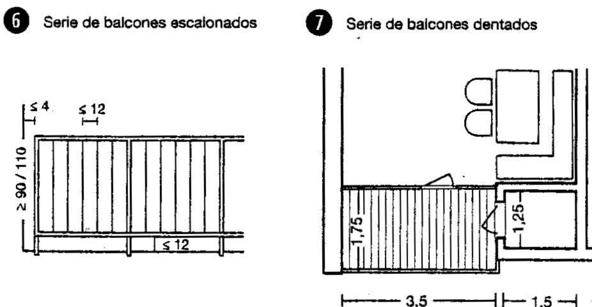
❸ Balcón en esquina ❹ Balcón en voladizo



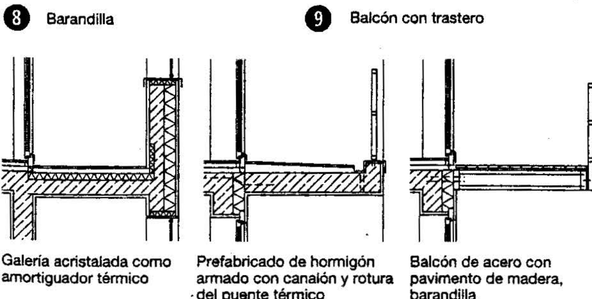
❺ Grupo de balcones retranqueados (galerías)



❻ Serie de balcones escalonados ❼ Serie de balcones dentados



❽ Barandilla ❾ Balcón con trastero



Galería acristalada como amortiguador térmico

Prefabricado de hormigón armado con canalón y rotura del puente térmico

Balcón de acero con pavimento de madera, barandilla

❿ Posibilidades de la ejecución constructiva de balcones

Espacios exteriores

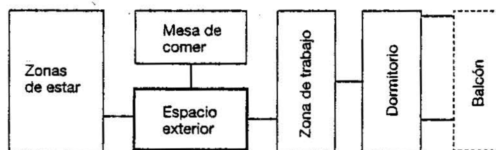
Puede lograrse un aumento considerable del valor de la habitabilidad de una vivienda con espacios exteriores (balcones, galerías y terrazas) comunicados con la vivienda, una ampliación deseable de la zona de estar en la época calurosa del año (para descanso, para tumbarse, dormir, leer o comer), además de un lugar de trabajo adicional, una zona de juego al aire libre para los niños fácil de supervisar. Los balcones, las galerías y las terrazas forman parte de la superficie habitable y se computan con el 25-50 % de su superficie en el cálculo → pág. 148.

Por lo general están situadas en relación con zonas de estar, de trabajo y el comedor (en caso de ubicar más espacios exteriores, también con dormitorios, cocinas, etc.).

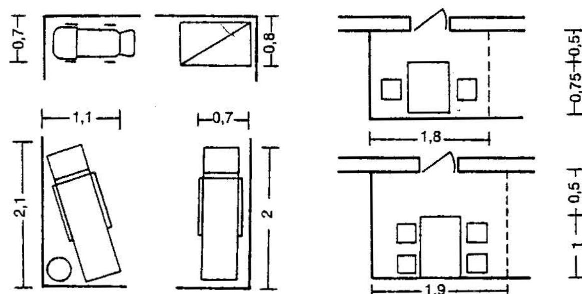
Una buena orientación (respecto a los puntos cardinales y las vistas), un espacio suficiente y una protección contra vistas ajenas, ruido e intemperie (viento, lluvia, fuerte irradiación solar) son decisivos para la calidad de los espacios exteriores.

A la profundidad necesaria por razones funcionales debe sumarse el espacio requerido para el murete (y su ajardinamiento).

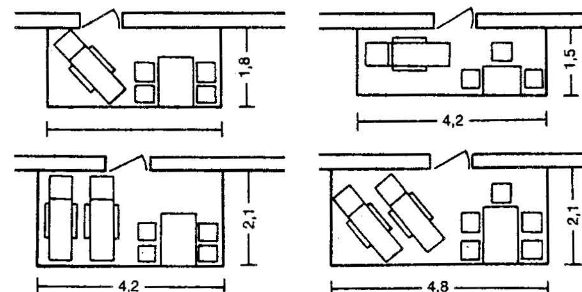
Los balcones en esquina → ❸ ofrecen protección contra vistas ajenas y viento y, al contrario que los balcones volado → ❹, son más acogedores. Por ello, los balcones volados deben estar protegidos por sus lados expuestos a los vientos. Los balcones retranqueados (galerías) → ❺ aumentan la superficie del cerramiento exterior de las piezas adyacentes (con su consecuente pérdida térmica), pero son los que más otorgan un carácter de "estancia al aire libre". Los balcones desplazados en planta ofrecen una magnífica protección contra la intromisión y el viento → ❻ - ❼.



⓫ Posibles relaciones espaciales con espacios exteriores

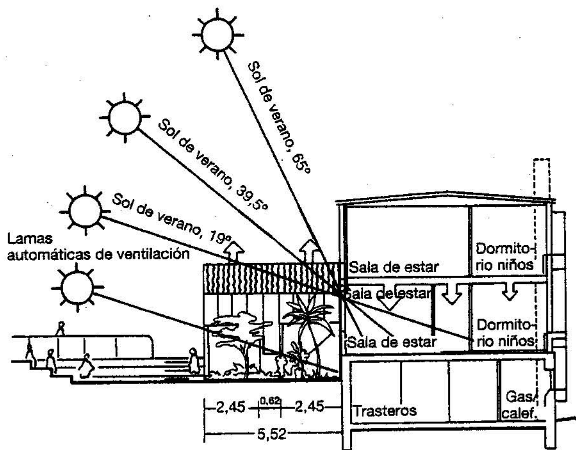


⓬ Cochecitos de niños, tumbonas ⓭ Mesas y sillas



⓮ A = 7 m² de balcón para 3-4 pers.
B = 9 m² para 5-6 personas

⓯ A = 6 m² de balcón para 1-2 pers.
B = 10 m² para 3-4 personas



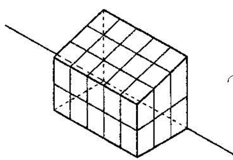
❶ Edificio urbano solar, invernadero a doble altura — Arqs.: Equipo LOG

Invernaderos

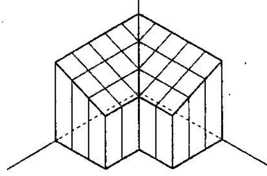
Los invernaderos son anexos con grandes superficies acristaladas. Antiguamente se caldeaban gracias al asoleo, disponían de ventilación natural → ⓫ – ⓬ y servían de amortiguador climático y superficie para la colocación de plantas en las estaciones frías del año.

Hoy día, los invernaderos se utilizan, por lo general, como una ampliación de las estancias habitables, sobre todo en entretiempo. En caso de disponer de calefacción adicional y ventilación automática, pueden acondicionarse con plantas subtropicales.

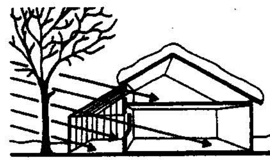
En muchos casos forman parte del volumen calefactado, con exigencias correspondientes a su envolvente.

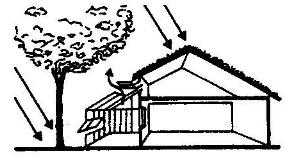


❷ Invernadero adosado

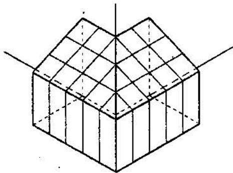


❸ Invernadero en esquina

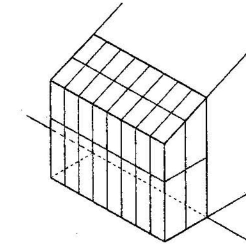




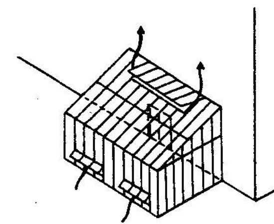
❿ Sombreado natural



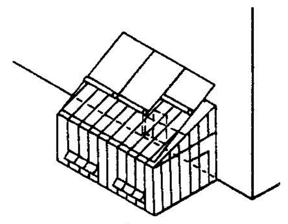
❹ Invernadero en esquina



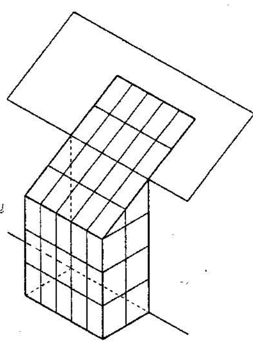
❺ Invernadero corrido



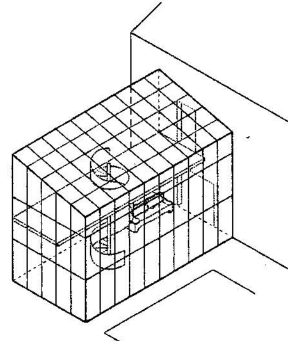
⓫ Aperturas de ventilación inferiores y superiores



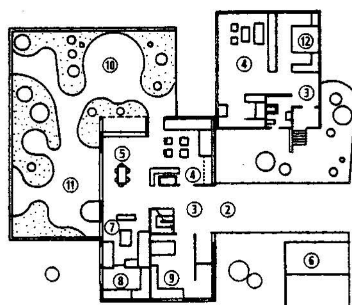
⓬ Protección solar por el exterior



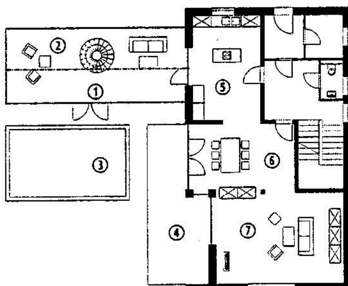
❻ Invernadero semirretranqueado



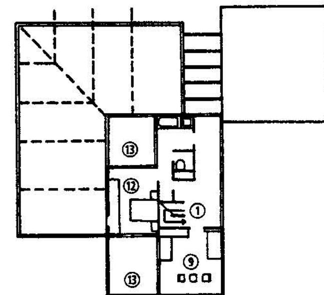
❽ Invernadero adosado en perpendicular



⓭ Planta baja de edificio urbano solar → ❶

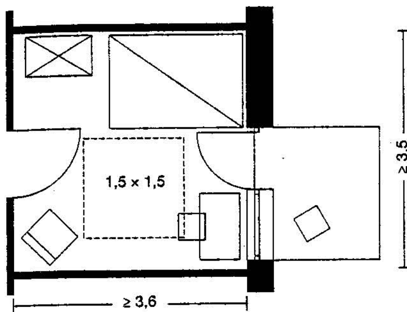


❾ Planta → ❽ — Arqs.: Heim + Müller

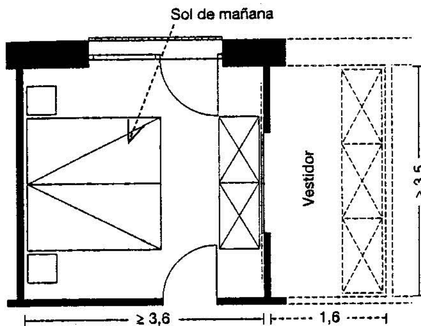


⓮ Planta superior → ⓭ — Arqs.: Equipo LOG

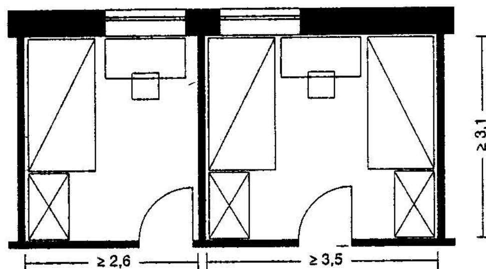
ESTANCIAS DE LA VIVIENDA



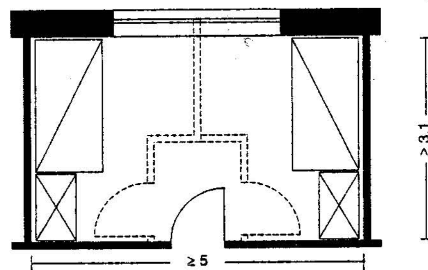
❶ Espacio individual utilizable de múltiples maneras (superficie de maniobra apta para sillas de ruedas)



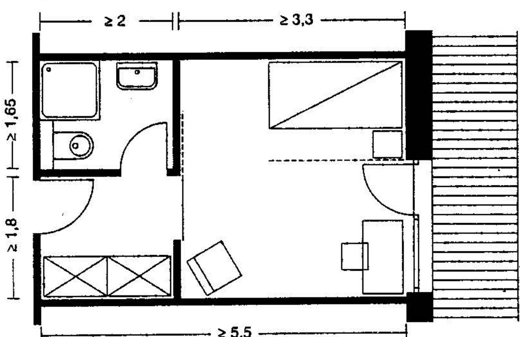
❷ Dormitorio (de los padres) con anexo para vestidor



❸ Dormitorios pequeños para una y dos camas



❹ Dormitorio de dos camas (divisible)



❺ Pequeño espacio privado con aseo y zona de vestidor

Las estancias habitables de una vivienda pueden ser estancias para la convivencia (salón, comedor, cocinas) y **estancias individuales (para el retiro)** para una o dos personas (habitación/dormitorio de los padres, habitación de los niños, cuarto de huéspedes).
Sobre todo en la construcción de viviendas comercial, esta clasificación conduce a distribuciones conocidas. En la mayor parte de los casos, el uso de numerosas estancias es mucho más complejo. En la actualidad, los dormitorios sirven también de **cuarto de trabajo, de juego y para estar**, y adoptan en parte la función de las zonas comunes. Por tanto, puede ser razonable equipar una estancia individual de la vivienda como un pequeño **apartamento**.
→ ❶ muestra una estancia individual multiusos, con superficie de maniobra apta para sillas de ruedas, y una superficie en planta de unos 13 m², ampliada con un balcón en voladizo.
→ ❷ – ❸ muestran dormitorios clásicos con superficies mínimas de unos 13 m² (habitación padres o dormitorio dos camas) y unos 8 m² (habitación individual). Normalmente se orientan al este o sureste (padres) y al sur u oeste (niños), separados del salón.
→ ❹ muestra una habitación de dos camas, amplia, de 16,5 m², que puede dividirse (p. ej., para hijos mayores).
→ ❺ muestra un pequeño espacio privado autónomo con aseo y zona separada para vestidor. La **sala de estar** tradicional, como sala común y zona representativa de la vivienda, se convierte cada vez más en una **zona común** multifuncional, que sirve tanto para los habitantes como para los huéspedes y visitantes → ❻ – ❼.

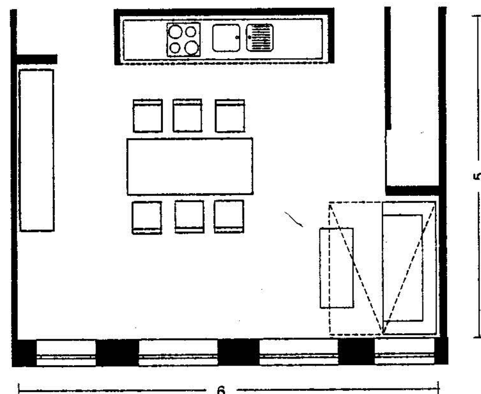
Vivienda

PIEZAS DE LA VIVIENDA
Accesos y evacuación
Cocinas
Estancias de la vivienda
Baños
Espacios auxiliares
Garajes

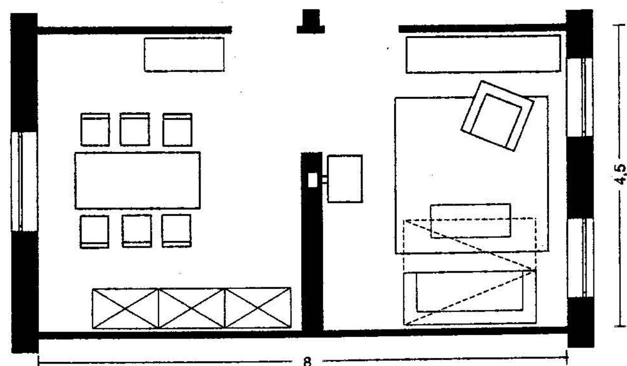
MBO

DIN 18025

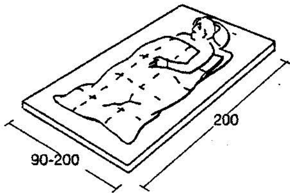
véase también: Viviendas, pág. 147



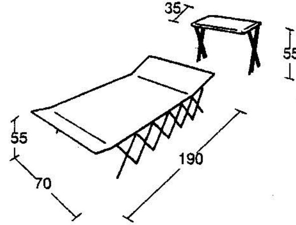
❻ Espacio multiusos con ropero, cocina, comedor y sala de estar



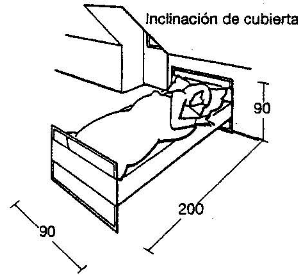
❼ Salón clásico con comedor



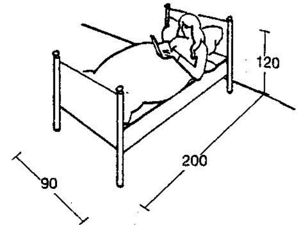
❶ **Futón** enrollable de lana procedente de Japón



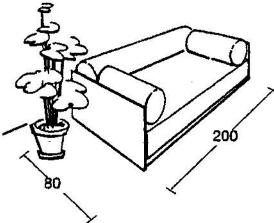
❷ **Cama de campaña** de lona atirantada; plegada puede utilizarse como banco para sentarse



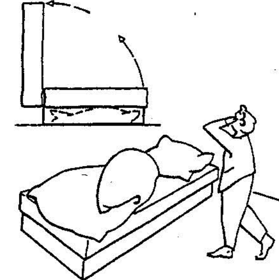
❸ **Cama de tubo de acero** con edredón o manta de lana



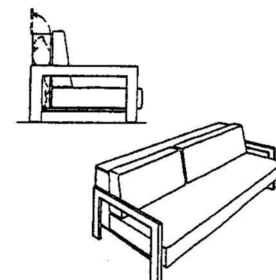
❹ **Cama antigua** de madera con patas y cabecero



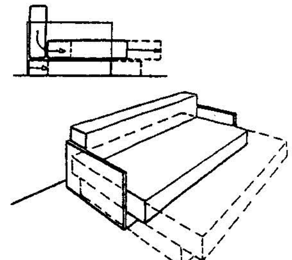
❺ **Sofá-cama**, las sábanas y la almohada se guardan durante el día enrolladas en una funda con cremallera



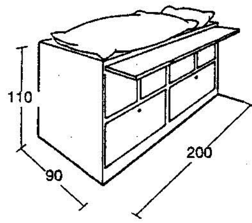
❻ Igual que el ejemplo anterior, con cajón debajo para guardar la ropa de cama durante el día



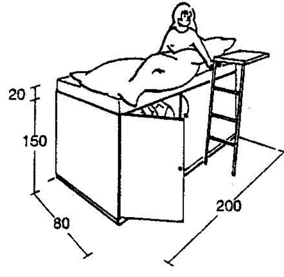
❼ **Sofá-cama** con cajón detrás de los respaldos



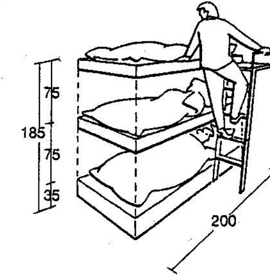
❽ **Sofá-cama** con colchón extraíble



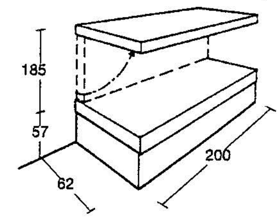
❾ **Cama elevada** sobre un armario de gran profundidad y tablero superior extraíble



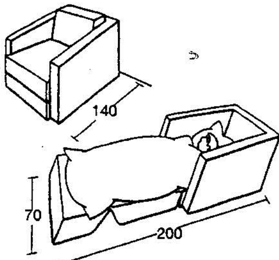
❿ **Armario-cama** sobre un ropero bajo, para las habitaciones más reducidas, camarotes, estudios, etc.



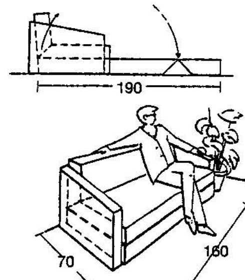
⓫ **Litera** triple para coches cama, casas de fin de semana y dormitorios de niños; se necesitan 0,338 m² por cama



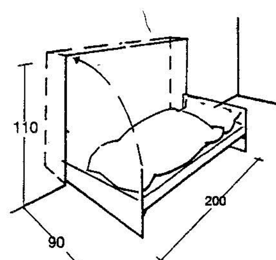
⓬ **Cama *pullman*** para coche cama, el respaldo giratorio se convierte en una segunda cama



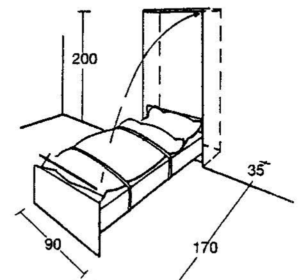
⓭ **Sillón-cama** (plegable), para la ropa de cama se necesita un contenedor especial



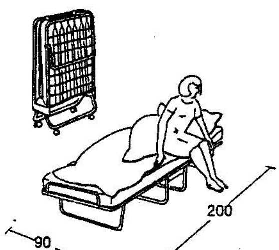
⓮ **Sofá-cama** (plegable)



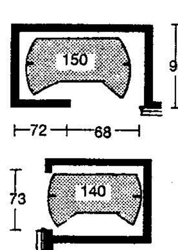
⓯ **Cama plegable** lateralmente



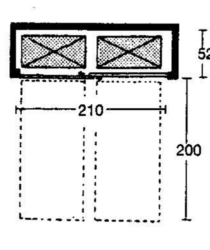
⓰ **Cama plegable** verticalmente, individual o doble



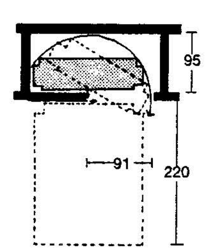
⓱ **Cama plegable** con ruedas para 1 o 2 personas; durante el día se guarda en un armario



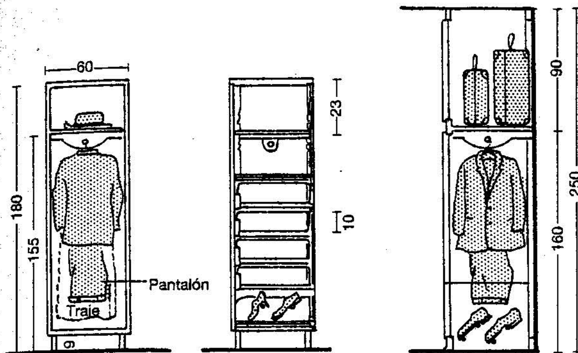
⓲ **Armario empotrado** para camas plegables

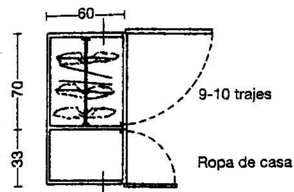


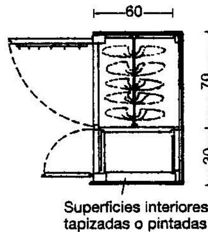
⓳ Las **camas sobre ruedas** pueden colocarse justo delante de las puertas de los armarios



⓴ En las **camas plegables y giratorias** el armario se queda abierto durante la noche





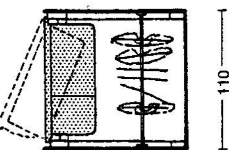


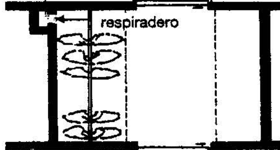
❶ Ropero exento: planta, sección

❷ Ropero empotrado con altillo









❸ Armario empotrado doble: ahorra costes y espacio

❹ Vestidor entre dos habitaciones

Armarios roperos

Equipamiento (ejemplo):

Para hombre

2 trajes verano	6 pijamas	2 sombrero verano
2 trajes invierno	12 camisas	2 sombrero invierno
1 chándal	6 camisetas	1 sombrero paja
2 abrigos verano	12 camisetas caladas	1 sombrero rígido
1 gabardina	12 calzoncillos	1 sombrero copa
2 abrigos invierno	3 camisas de vestir	5 pares de zapatos
1 traje negro	8 pañuelos	
1 esmoquin, 1 frac	24 pares de calcetines	

Para mujer		**Ropa de cama**
1 abrigo de invierno	18 bragas	6 sábanas bajeras
2 abrigo de pieles	6 camisas	6 fundas nórdicas
2 abr. verano y gabar.	5 combinaciones	12 fundas de almohada
4 trajes	6 pijamas y camisones	6 toallas de baño
5 vestidos lana y entretiempo	15 pares medias	24 toallas lavabo
5 blusas	8 pares guantes	6 toallas de mano
4 trajes de noche	8 pares zapatos	
4 vestidos de verano	4 sombreros	

Ejecución y equipamiento

Los armarios roperos son parte integral del equipamiento de una vivienda. Sirven para guardar las prendas de vestir (grandes), ropa de cama, zapatos y maletas, y generalmente se colocan en los dormitorios.

Los armarios roperos contienen esencialmente **cajoneras**, una **barra para perchas** y **superficies de almacenamiento** adicionales. Puede ser **armarios exentos** → ❶, **armarios empotrados** (armarios de pared, construcciones de armarios sencillos o pareados) → ❷ - ❸ o vestidores → ❹ - ❻.

Los armarios empotrados a lo largo de una pared → ❺ funcionan como división entre dormitorios.

Para aprovechar el espacio en habitaciones pequeñas, los armarios empotrados funcionan bien en nichos de pared → ❼ con pavimento continuo (y puertas correderas).

En la distribución de las plantas de las viviendas deben reservarse las superficies correspondientes. Los armarios modulares (movibles) se prestan más para amueblar viviendas alquiladas, mientras que en casas y pisos de propiedad se prefieren los empotrados.

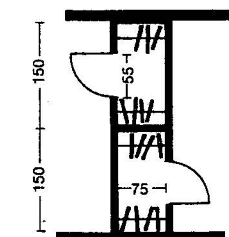
En el caso de armarios colocados en los muros de fachada, hay que tener en cuenta el aislamiento térmico correspondiente y una ventilación suficiente, esta última también necesaria en vestidores → ❹.

Vivienda

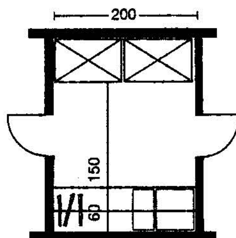
PIEZAS DE LA VIVIENDA

Accesos y evacuación
Cocinas
Estancias de la vivienda
Baños
Espacios auxiliares
Garajes

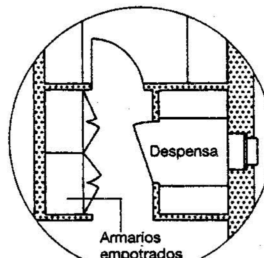
véase también: Trasteros, pág. 174



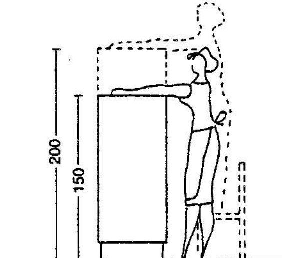
❺ Fila de vestidores accesibles desde varias habitaciones



❻ Vestidor con roperos

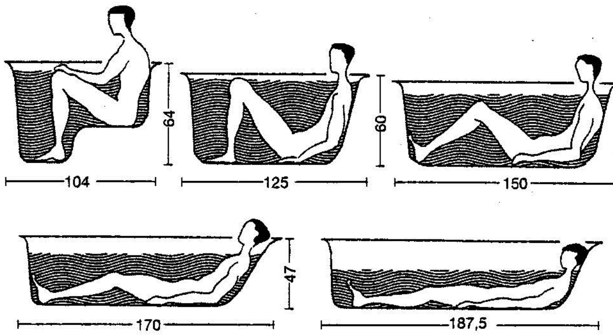


❼ Armarios empotrados y despensa



❽ Altura adecuada de los armarios

véase también: Aislamiento acústico, pág. 486



Un **baño** con **bañera/ducha** e inodoro forma parte, según la normativa alemana, del **equipamiento mínimo** de una vivienda. En viviendas grandes deberían preverse baño e inodoro en cuartos separados o un aseo (para visitas) adicional. El baño debería orientarse al **norte**, a ser posible con ventilación e **iluminación natural** (en baños interiores prever ventilación mecánica eficaz, según DIN 18017-3). El baño se sitúa generalmente en la zona de dormitorios → ❺ - ❻, ❽ - ❿; sin embargo, por razones técnicas, a veces resulta ventajoso colocar el baño y la cocina (o el aseo y la cocina) junto a los patinejos de instalaciones → ❽ - ❾.

Agua caliente para:	Caudal de agua caliente necesario (l)	Temperatura del agua caliente (°C)	Tiempo de utilización (aprox., en minutos)
Baño	140-160	40	15
Baño sentado	40	40	5
Baño de pies	25	40	5
Ducha	40-75	40	6

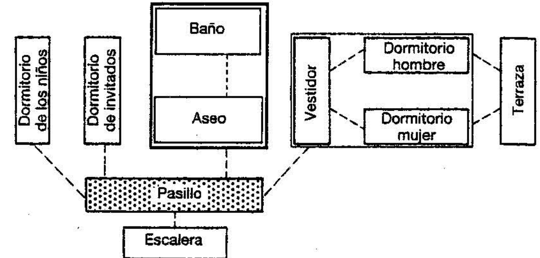
❶ Caudal de agua necesario, temperatura y tiempo de utilización de sanitarios

Aparato	Superficie	
	Anchura en cm	Altura en cm
Lavamanos, bidé		
1 Lavamanos individual	> 60	> 55
2 Lavamanos doble	> 120	> 55
3 Lavamanos empotrado en un seno con armario inferior	> 70	> 60
4 Lavamanos empotrado en dos senos con armario inferior	> 140	> 60
5 Lavamanos con pedestal	> 50	> 40
6 Bidé, mural o apoyada en el suelo	> 40	> 60
Bañeras		
7 Bañera	> 170	> 75
8 Ducha	> 80	> 80*
Inodoros y urinarios		
9 Inodoro con tanque bajo	40	75
10 Inodoro con tanque alto o fluxor	40	60
11 Urinario	40	40
Aparatos de lavado		
12 Lavadora	de 40 a 60	60
13 Secadora	60	60
Muebles de baño		
14 armarios bajos, armarios altos	según el fabricante	40
* en polibanes con a = 90, también 75 cm		

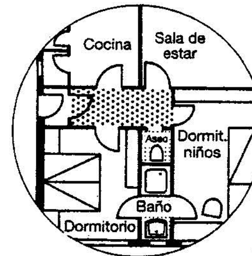
❷ Espacio necesario para los aparatos sanitarios

Disposición	Dim.	MMm*	MMi.*
M₁, M₂, M₃	M_1 M_2 M_3	1.200 2.100 1.350	1.050 1.900 1.200
M, MM, MM₁, MM₂	M MM MM_1 MM_2	450 675 750 675	400 600 675 600
M, MM, M₁ MM₁	M MM M_1 MM_1	450 675 450 600	400 600 400 525
M, MM, M₃, M₁, M₂	M MM M_1	450 675 450	400 600 400
o	M_2 M_3	550 1.100	500 1.000
DMm = Dimensión media (recomendable), DMi. = Dimensión mínima (imposible considerar medidas inferiores); * en mm	M_2 M_3	750 950	700 900

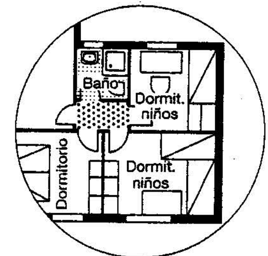
❸ Caudal de agua necesario, temperatura y tiempo de utilización de los aparatos que consumen agua caliente



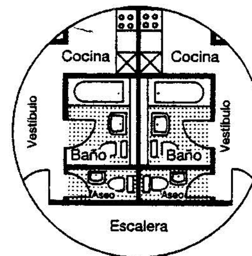
❹ Relaciones funcionales del baño



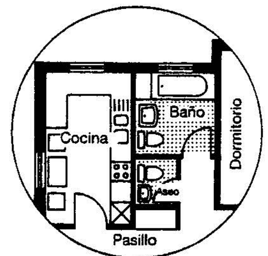
❺ Baño entre los dormitorios aseo accesible desde el pasillo



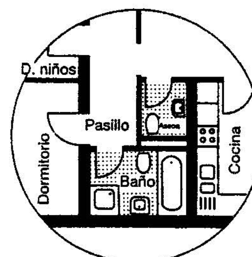
❻ Baño en el pasillo, entre la sala de estar y los tres dormitorios



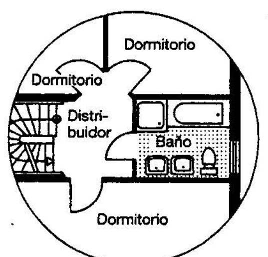
❼ Cocina, baño y aseo en una pared de instalaciones



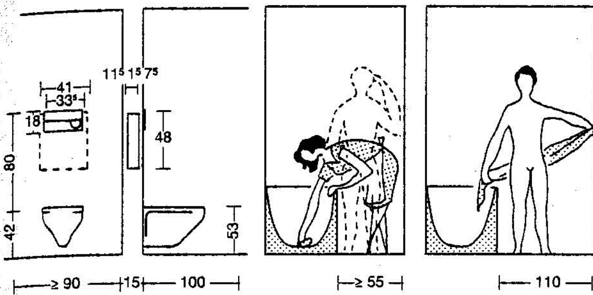
❽ Baño accesible desde el dormitorio



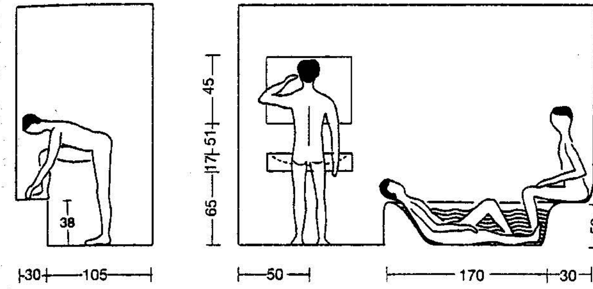
❾ Baño interior al fondo de pasillo



❿ Situación habitual del baño en viviendas en hilera



1 Inodoro con cisterna empotrada · Espacio necesario entre bañera y pared

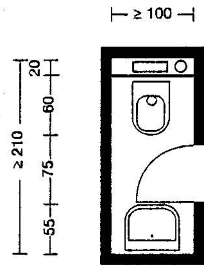


2 En la ducha · frente al lavabo · bañarse y sentarse

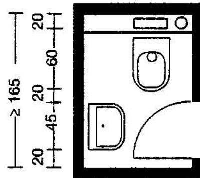
Ejecución y equipamiento

La norma vigente hasta ahora como base del proyecto para **superficies de movimiento en baños**, la DIN 18022, fue anulada en 2007 (y no se ha sustituido por otra), pues solo consideraba, aunque insuficientemente, las exigencias de personas de la tercera edad y con discapacidad. Por ello, deben preverse las dimensiones que aquí aparecen como las mínimas. **En general, en los baños deberían aplicarse las superficies de movimiento según DIN 18025 (Viviendas sin barreras arquitectónicas) → ⓫ → pág. 33 y ss.** Fundamentalmente se distinguen:
Aseos con inodoro y lavabo para visitas → ❸ - ❹, **baños** con plato de ducha y lavabo → ❺ - ❻, **baños** con bañera, lavabo e inodoro → ❼ - ❽, **baños completos** con bañera, plato de ducha, lavabo e inodoro → ❿. Debido a la alta humedad del ambiente y la frecuente **condensación**, las superficies deben ser **fáciles de limpiar**. El enlucido de paredes y techos tienen que absorber y emitir la suficiente humedad. Los suelos deben ser **antideslizantes**. En caso de que no existiera un lavadero específico, el baño debe tener las superficies y las conexiones para una **lavadora**, una secadora y un cubo para la ropa sucia.
Como mínimo debe disponerse un **enchufe tipo F/CEE 7/4 con toma de tierra integrada** (junto al espejo). Además deberían disponerse de espacio para armarios de toallas y productos de limpieza, botiquín con llave, toallero (tal vez con calefacción integrada), asideros en la pared sobre la bañera.

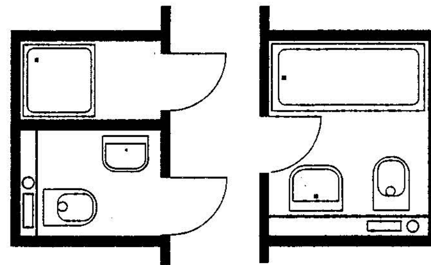
véase también:
Accesibilidad, pág. 33
Aislamiento acústico, pág. 486



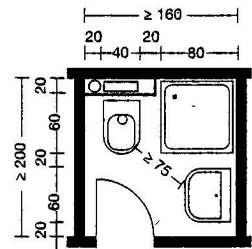
3 Inodoro con lavabo



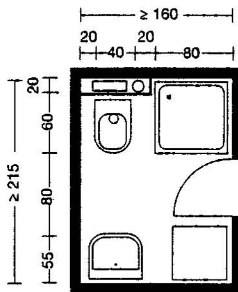
4 Inodoro con lavamanos



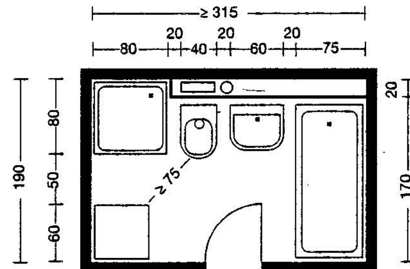
9 División funcional del baño en piezas separadas



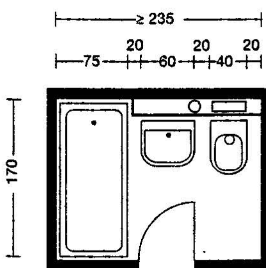
5 Espacio necesario para plato de ducha



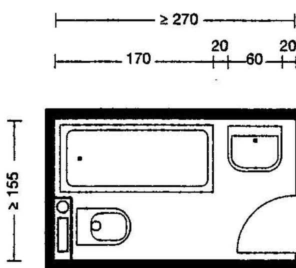
6 Baño con plato de ducha con lavadora



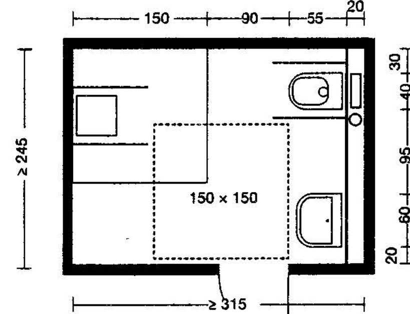
10 Baño completo con lavadora



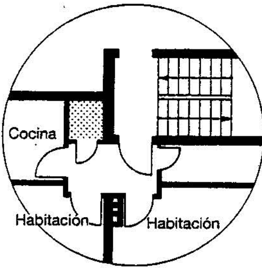
7 Espacio necesario para bañera



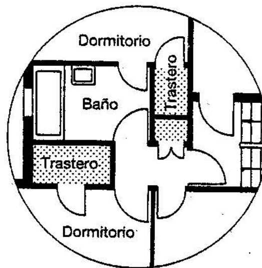
8 Baño completo



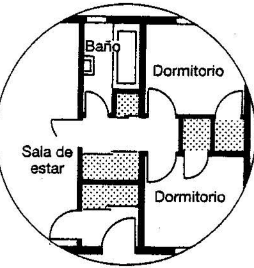
11 Baño sin barreras arquitectónicas con plato de ducha



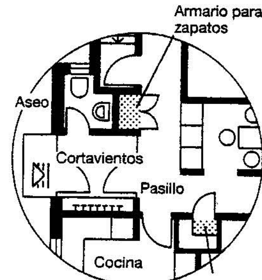
❶ Trastero en el pasillo interior



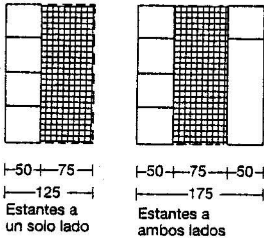
❷ Trastero en pasillo interior, junto a los dormitorios

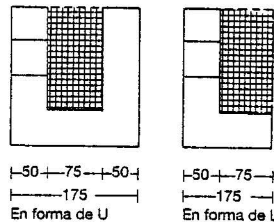


❸ Trastero y espacio para armarios



❹ Trastero y armario para zapatos en el ámbito de la entrada





❺ Despensas → ❻ - ⓭

Trasteros

Los trasteros sirven para guardar aparatos y productos de limpieza, herramientas, carritos de la compra y bultos como bolsas, maletas, cestas de la ropa y escaleras de mano.

Sobre todo en los pisos, unos trasteros grandes contribuyen en gran medida al confort de la vivienda.

También la normativa alemana dispone para cada vivienda un trastero suficientemente grande.

Además de en sótanos y desvanes del edificio, en el interior de la vivienda debería preverse una superficie de ≥ 1 m² con una anchura libre de 75 cm.

En viviendas mayores debe preverse un **2 % de la superficie habitable** para trasteros (mejor repartidos en varias superficies). Es razonable ubicar parte de la superficie cerca de la cocina.

Los trasteros pueden estar en nichos (para armarios empotrados) o en cuartos cerrados → ❶ - ❹.

Por razones de espacio, las puertas que dan al trastero se abren hacia afuera.

La iluminación interior debería encenderse por un contacto en la puerta. Deben disponer de una buena ventilación.

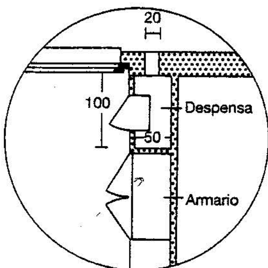
Despensas

Además de los trasteros (y a pesar de la superficie adicional que suponen), los pisos o casas unifamiliares también deberían disponer de una despensa con estantes hasta el techo.

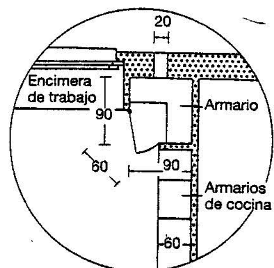
Esta tiene como fin la conservación de provisiones de comida y bebida, alimentos frescos poco perecederos para descongestionar el frigorífico. Formas básicas de despensas → ❺. La situación más práctica de la despensa es junto a la cocina o comunicada a ella.

Debería ser fresca, con ventilación y protegida del sol → ❻ - ⓭.

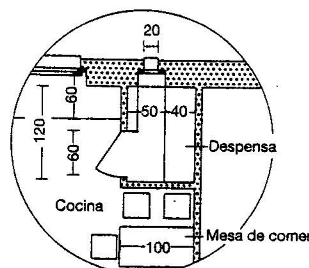
Si fuera necesario puede preverse un enchufe para un congelador o una bodega para vinos.



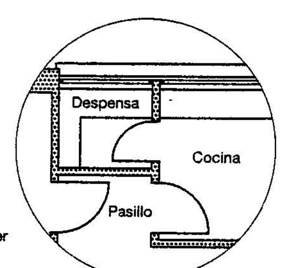
❻ Despensa a continuación de armario



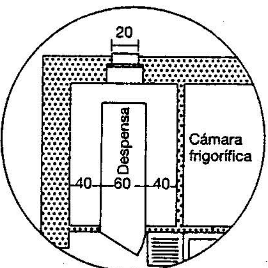
❼ Despensa en esquina



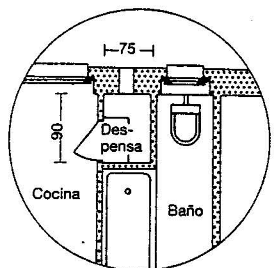
❿ Despensa junto a la mesa de comer



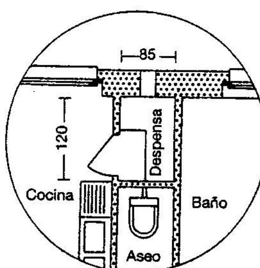
⓫ Despensa con ventana superior



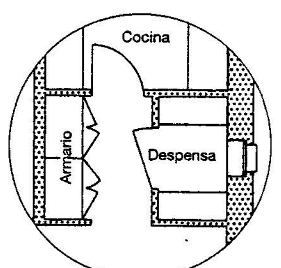
❽ Despensa amplia



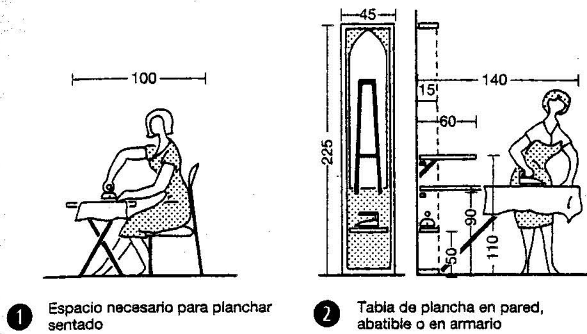
❾ Despensa en hueco a continuación de la bañera



⓬ Igual que el ejemplo anterior, a continuación del aseo



⓭ Despensa delante de la cocina



❶ Espacio necesario para planchar sentado

❷ Tabla de plancha en pared, abatible o en armario

Cuartos de servicio

Los cuartos de servicio sirven para labores del hogar, como lavar y secar la ropa, planchar y coser. También funcionan como trasteros para guardar electrodomésticos pequeños, detergentes, productos de limpieza, cubo de fregar y aspiradora, herramientas y escaleras de mano. A pesar de que ocupa un espacio adicional, un cuarto de servicio es especialmente recomendable en edificios de viviendas. Los cuartos de servicio se orientan preferiblemente al noroeste, junto a la cocina o con acceso a través de ella → ❾ – ⓮. De este modo, las tareas domésticas pueden combinarse y llevarse a cabo por una única persona. En casas aisladas debería preverse una salida directa al jardín (tendal).

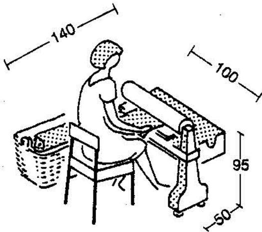
En los cuartos de servicio debe cuidarse que haya una disposición cómoda de los aparatos: una tabla de planchar de pie necesita una altura diferente que una para planchar sentado → ❶ – ❸. Lo ideal es una tabla de planchar de altura graduable. Para doblar la ropa debería disponerse una superficie de trabajo de una anchura de 1,2 m.

En el área del cuarto de servicio se requiere una buena iluminación artificial homogénea (iluminancia media de unos 350 lux).

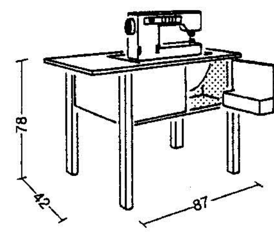
Vivienda

PIEZAS DE LA VIVIENDA

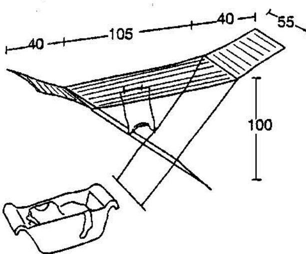
Accesos y evacuación
Cocinas
Estancias de la vivienda
Baños
Espacios auxiliares
Garajes



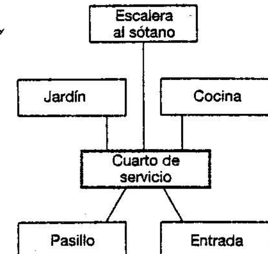
❸ En una plancha eléctrica



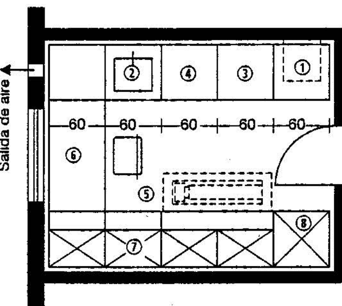
❹ Máquina de coser



❺ Espacio necesario para tendedero

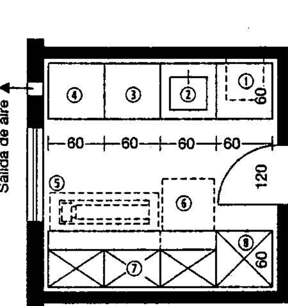


❻ Esquema de las relaciones con el cuarto de servicio



① Ropa sucia (conducto)
② Fregadero
③ Lavadora
④ Secadora
⑤ Máquina de planchar
⑥ Encimera
⑦ Armarios superiores
⑧ Armario de pie

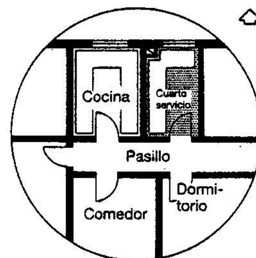
❼ Cuarto de servicio en forma de U



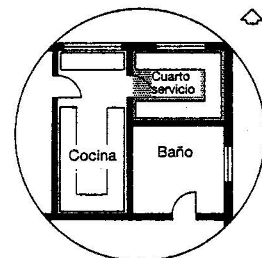
❽ Cuarto de servicio a dos bandas

Equipo doméstico	Anchura en cm	Preferible en cm
Lavadora y secadora en columna	60	60
Lavadero con calentador de agua	60	60
Contenedor de ropa sucia	50	60
Superficie de trabajo para colocar la ropa	60	120
Planchadora	aprox. 100	100
Espacio de armario para pequeños utensilios	50	60
En total	aprox. 380	460

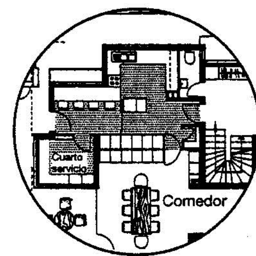
❾ Espacio necesario para aparatos y utensilios domésticos



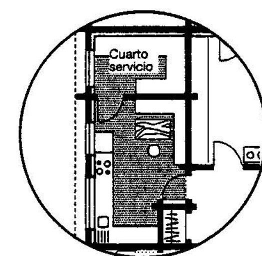
❿ Junto a la cocina, accesible desde el pasillo



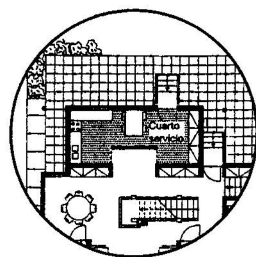
⓫ Junto a la cocina y el baño



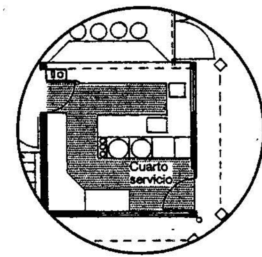
⓬ Cocina-barra para desayunos/cuarto de servicio



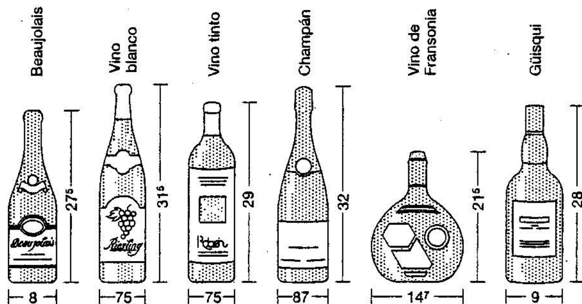
⓭ Junto a la mesa de la cocina



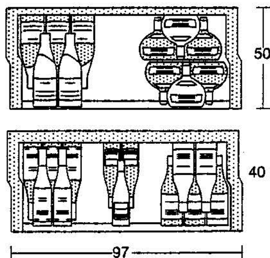
⓮ Cocina/comedor/cuarto de servicio



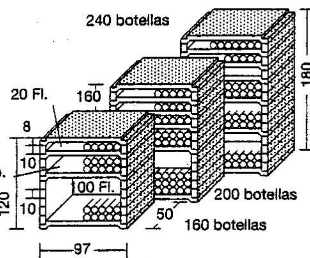
⓯ Cocina y cuarto de servicio en un único espacio



❶ Botellas



❷ Ejemplo de colocación de botellas → ❸



❸ Botelleros/hormigón celular

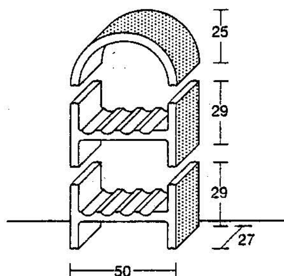
Bodegas

Las bodegas deberían estar enterradas. Si se ubican junto a la vivienda, debe hacerse en el lado norte.

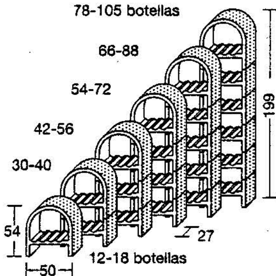
Las condiciones ideales para una bodega es un 70 % de humedad atmosférica y unos 10-12 °C de temperatura. Por encima de los 12 °C, el vino envejece a mayor velocidad, mientras que las temperaturas de 10-1 °C no perjudican al vino. Las condiciones idóneas se consiguen utilizando un equipo de aire acondicionado, una cámara frigorífica o puerta con aislamiento térmico → ❿. Si se refrigera, deben recubrirse el techo y paredes con aislamiento térmico. La puerta debe ser estanca (2,01 × 0,63 m) de chapa de acero lacada y con aislamiento. Un pavimento poroso que permita el paso del aire (p. ej., de arena o ladrillos no vidriados y cerramientos de obra de fábrica) proporcionan condiciones de humedad atmosférica naturales.

La ventilación debe poderse regular según el clima y la época del año. La iluminación de la bodega, lo más tenue posible, debe encenderse solo en caso de necesidad.

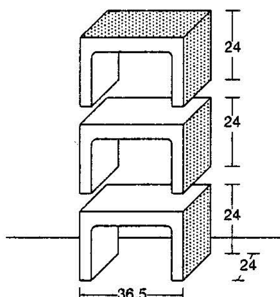
Los estantes para almacenaje de botellas deben ser de un material poroso y transpirable (p. ej., hormigón ligero, piedra natural, caliza arenosa o elementos de arcilla expandida) para regular la humedad y estabilizar la temperatura y crear un microclima natural en la bodega → ❷ - ❼. Puesto que cada vino necesita una temperatura, es preferible almacenar el champán a la altura del suelo, el vino blanco a media altura y el tinto lo más alto posible → ❾, ⓫.



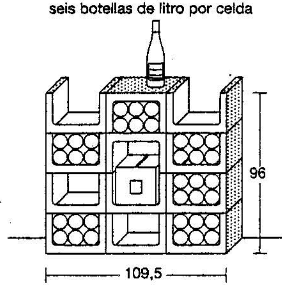
❹ Botellero de piedra tallada



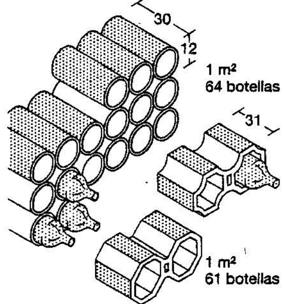
❺ Altura de botelleros → ❹



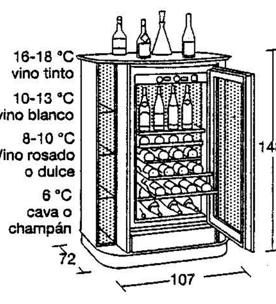
❻ Botelleros de arenisca



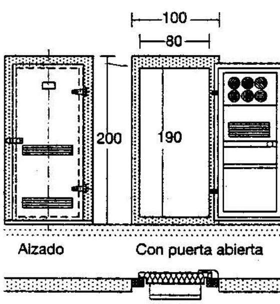
❼ Vista del botellero → ❻



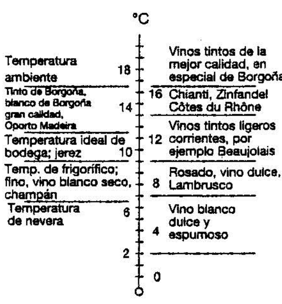
❽ Tubos cerámicos y piezas ornamentales



❾ Botellero climatizado



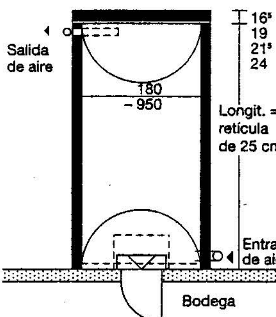
❿ Puerta de climatización



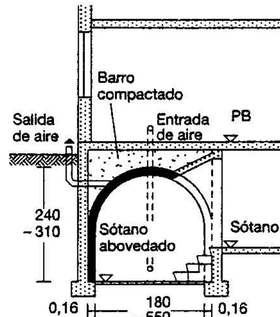
⓫ Temperatura conveniente para el almacenaje de los distintos vinos



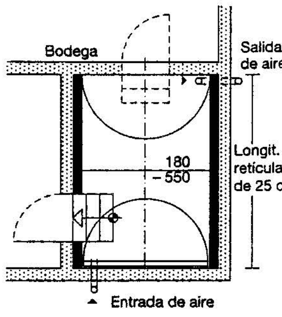
⓬ Bodega abovedada



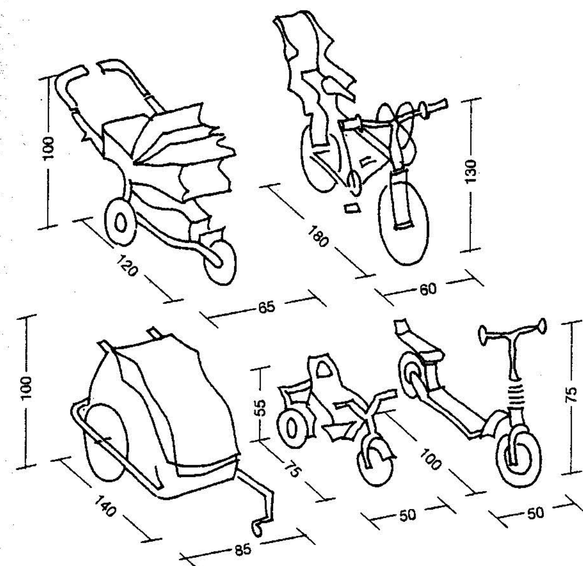
⓭ Planta → ⓬



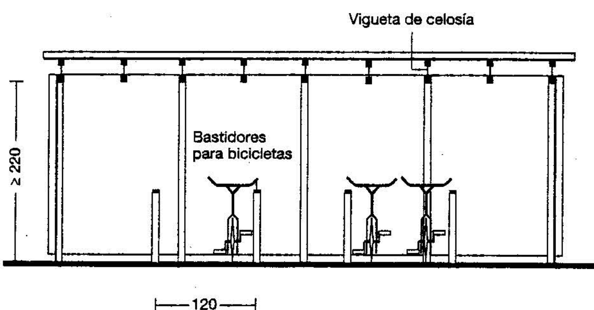
⓮ Construida en el sótano



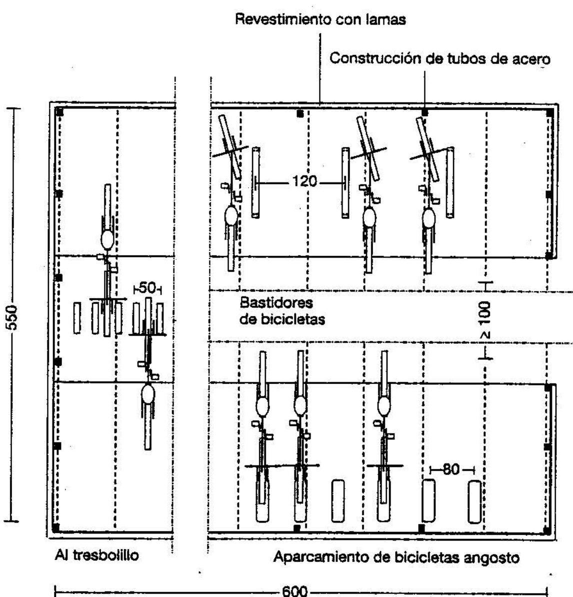
⓯ Planta → ⓮



❶ Espacio necesario para bicicletas, cochecitos de niños, remolques de bicicleta, triciclos, patinetes, etc.



❷ Sección → ❸



❸ Garaje para unas 20 bicicletas o cochecitos de niños (ejemplo)

Trasteros comunes

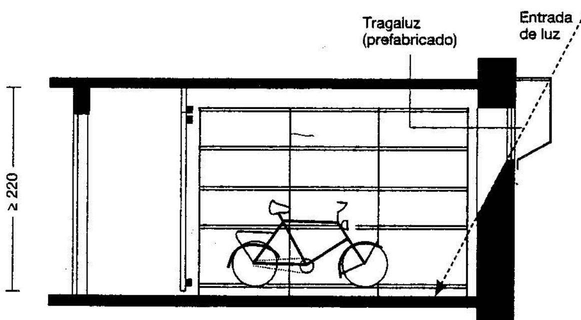
Aparte de los trasteros individuales de cada vivienda, la normativa alemana dispone que los edificios de las clases 3-5 deben disponer de trasteros (comunes) cercanos y de fácil acceso para cochecitos de niño y bicicletas (clase 3: edificios hasta 7 m de altura; clase 4: edificios hasta 13 m de altura y unidades de uso de no más de 400 m²; clase 5: demás edificios, incluidos los subterráneos). Las superficies correspondientes deberían preverse también en otros edificios residenciales y casas unifamiliares.

Para las dimensiones de los trasteros comunes puede partirse de la base de que cada habitante (incluidos niños) debe disponer de espacio para un vehículo que, aparte de las bicicletas, pueden ser patinetes, triciclos, remolques, etc. → ❶.
Los trasteros comunes deberían situarse con acceso a ras de suelo, poderse cerrar con llave y estar equipados con ganchos y bastidores para asegurar las bicicletas estacionadas. Pueden ser un espacio dentro del edificio (con acceso desde el pasillo del edificio) o un cobertizo aislado para bicicletas → ❷ - ❸.
Debería haber también un número suficiente de bastidores para bicicletas adicionales al aire libre, sobre todo si los cuartos trasteros están en el sótano del edificio.

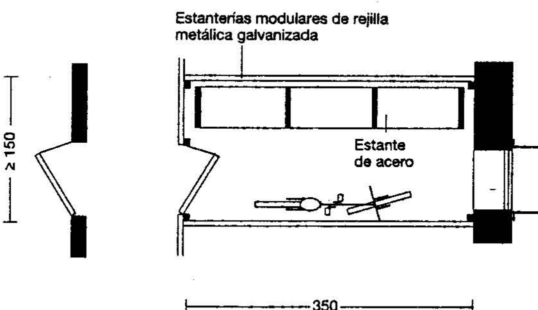
Sótanos

La superficie para almacenaje prevista para cada vivienda se compone generalmente de un trastero en el interior de la vivienda → pág. 174 y una superficie fuera de la misma, que generalmente es un cuarto en el sótano → ❹ - ❺, pero que también puede ser un cobertizo sencillo sobre el solar. Los sótanos deben ser secos, tener buena ventilación y, a poder ser, iluminación natural. Con un diseño adecuado, el hueco de la ventana puede optimizar la entrada de luz → ❹.

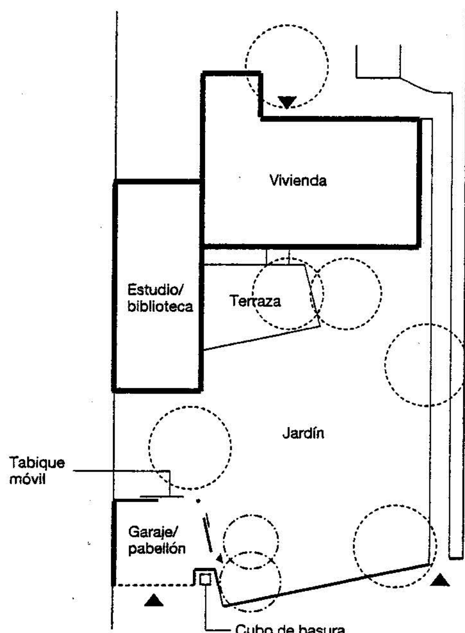
véase también:
Trasteros,
pág. 174



❹ Sección → ❺



❺ Garaje trastero en sótano de un edificio de viviendas (ejemplo)



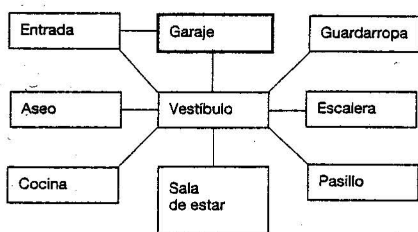
❶ Vivienda unifamiliar con garaje doble en el acceso (también utilizable como pabellón de jardín) Arq.: Studio Paretaia

PIEZAS DE LA VIVIENDA

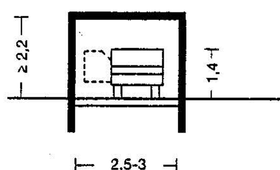
GARAJES, GARAJES ABIERTOS

Según la normativa alemana, las plazas de garaje deben estar en **el propio solar** o a una distancia razonable en otro terreno apto, cuyo uso para dicho fin esté asegurado.
Normalmente las plazas de garaje se reparten en **garajes de una o dos plazas** o en **garajes colectivos** aislados o adosados a los edificios residenciales.
Espacio necesario → ❼ – ⓬ (en edificios privados pueden reducirse las superficies).

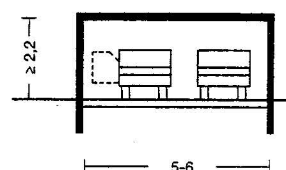
Debe tenerse en cuenta la tendencia actual de los modelos de automóvil, más grandes y más altos.
Aparte de los garajes individuales, los garajes cubiertos son una posibilidad bastante económica, físicamente razonable (no se producen condensaciones en los coches en invierno) y poco voluminosa para resguardar los vehículos de la intemperie (es conveniente colocar un muro hacia donde sopla el viento).
Es recomendable combinar el garaje con un trastero cerrado (para bicicletas, etc.) → ⓫.
Los garajes abiertos son especialmente aptos para estacionamientos colectivos → ⓬.
Ejemplos de distribución y diseño de estacionamientos cubiertos para coches adosados a edificios residenciales → ❸ – ❼.



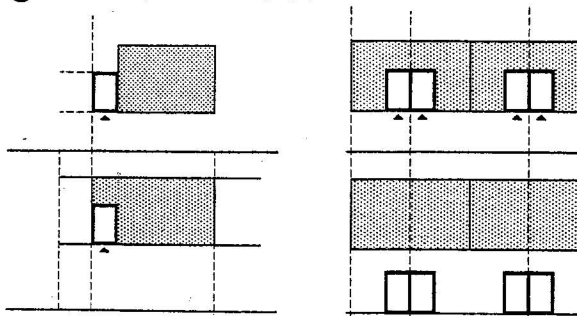
❷ Relaciones espaciales entre el garaje y el resto de la vivienda



❼ Sección → ❾

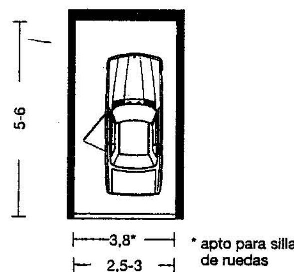


❽ Sección → ❿

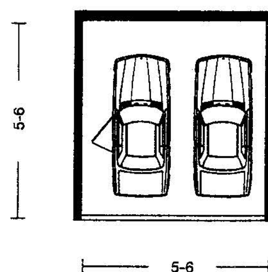


❸ Garaje anexo/integrado en la vivienda aislada

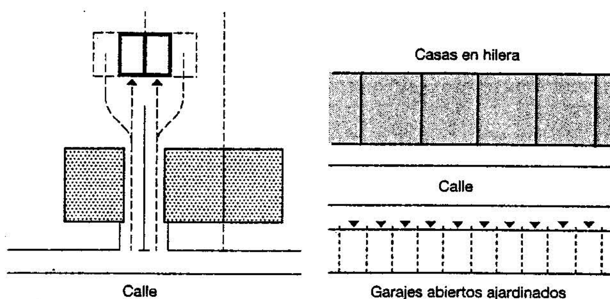
❹ Garaje delantero/integrado en casas en hilera



❾ Garaje de una plaza

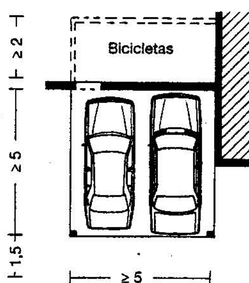


❿ Garaje de dos plazas

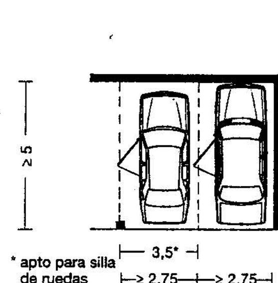


❺ Garaje en la parte trasera del solar

❻ Garajes colectivos

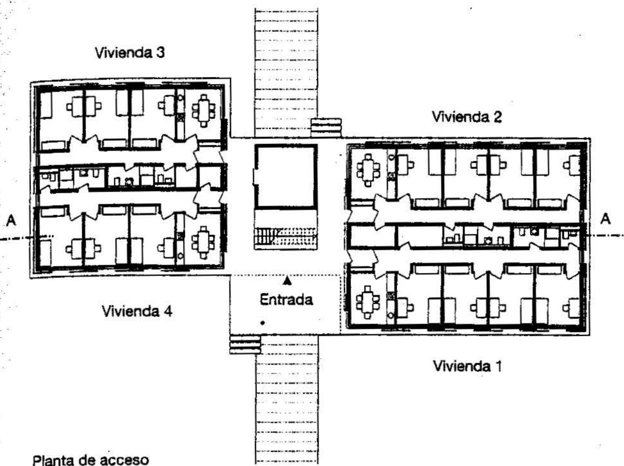


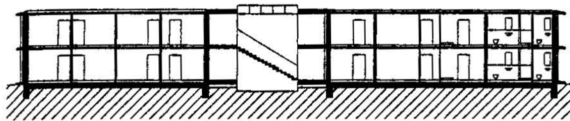
⓫ Garaje abierto de dos plazas y bicicletas



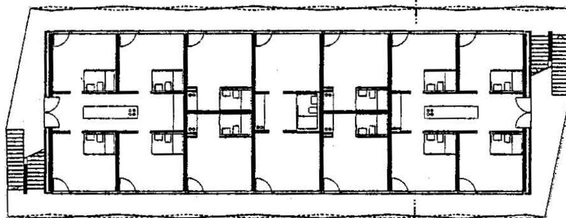
⓬ Garaje abierto colectivo

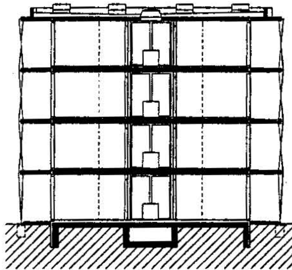
NOTAS GENERALES PARA EL PROYECTO



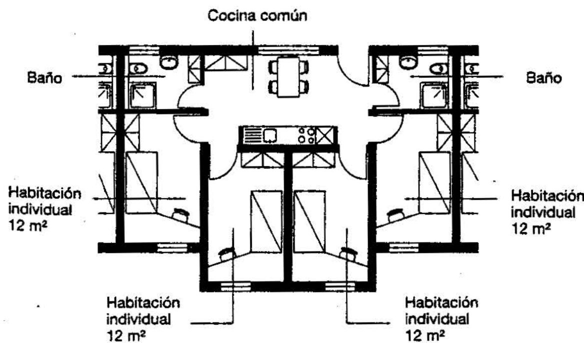


❶ Residencia de estudiantes en Halle/Saale — Arqs.: Gernot Schulz, de Hillebrandt + Schulz, Colonia





❷ Grupo de habitaciones individuales con baños y cocina comunes — Arqs.: Fink und Jocher, München



❸ Grupo de habitaciones individuales con baños y cocina comunes

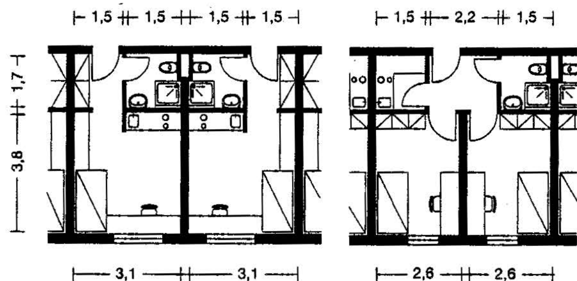
Las residencias de estudiantes puede ser privadas o estar gestionadas por instituciones universitarias. Normalmente se ubican cerca de las instalaciones universitarias, en edificios de diferentes tipologías (20-30 unidades agrupadas en grupos con patio o grandes edificios de 80 o más unidades). Sirven de alojamiento temporal de los estudiantes durante sus estudios. El tamaño y el equipamiento de las habitaciones suelen ser muy reducidos. La distribución en habitaciones individuales, apartamentos (dobles) y pisos compartidos da buenos resultados. La distribución y el diseño de las zonas comunes dentro y fuera de las unidades residenciales resultan decisivos para su éxito.

Exigencias

Los apartamentos para estudiantes no son viviendas en el sentido estricto de término y en las normativas no aparecen como tales. Las exigencias de la normativa alemana general atañen sobre todo a las estancias, con las exigencias mínimas en lo que se refiere a superficie en planta (8 m²), altura (2,4 m), orientación, ventilación y asoleo (hueco de luz 1/8 de la superficie en planta), accesibilidad y recorridos de evacuación (dos recorridos de evacuación independientes por planta, uno de ellos por escalera protegida). Las directrices de los Estados federales alemanes para residencias de estudiantes prevén dimensiones orientativas (unos 12 m² para habitaciones individuales y unos 16 m² para apartamentos). Además debe preverse una proporción de superficie para instalaciones comunes.

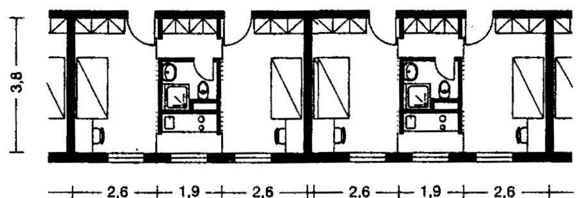
Tipologías de viviendas

En general, se puede distinguir entre habitaciones en residencias → ❷ - ❸ y apartamentos individuales ❹ - ❻.
En el caso de habitaciones en residencias se revalúa la zona común de un modo similar a una vivienda convencional. Un grupo de 4-8 habitaciones con servicios comunes (cocina, baño) como tipología de planta **lineal** → ❷ o **central** → ❸. Las plazas individuales enfiladas a lo largo de un pasillo con baño y cocina comunes son la tipología clásica de las residencias de estudiantes. Las distribuciones a partir de apartamentos individuales han dado buen resultado → ❹ (habitación con baño y cocina americana) y apartamentos dobles → ❺ - ❻ (dos piezas con cocina y baño comunes). Esta tipología residencial puede ser ocupada de un modo flexible tanto por solteros como por parejas (con niño).



❹ Apartamento

❺ Apartamento doble



❻ Apartamento doble con baño y cocina comunes y zona de armarios

Hospedaje

RESIDENCIAS DE ESTUDIANTES

MBO

Directrices de los Estados federales alemanes para residencias de estudiantes (StudheimRi)

RESIDENCIAS DE LA TERCERA EDAD

VIVIENDAS PARA PERSONAS DE LA TERCERA EDAD

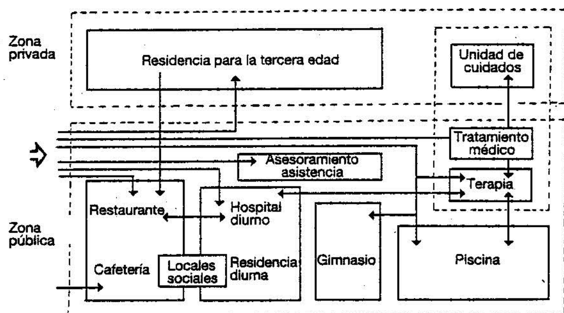
Instalaciones para el cuidado de personas de la tercera edad.

Las **viviendas para persona de la tercera edad** → ❸ – ❽ deben satisfacer las necesidades de las personas mayores para que puedan vivir con independencia, sin necesidad de una residencia. Las viviendas situadas en zonas residenciales suponen una proporción del 2 al 10 % del total. Vivienda para una persona: 25-35 m²; para dos personas: 45-55 m². Dispondrán de balcones con una superficie ≥ 3 m², 1,4 m de profundidad mínima, puerta balconera sin travesaño inferior.

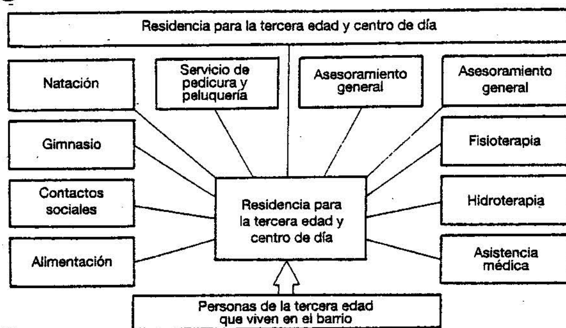
Las **viviendas asistidas para personas de la tercera edad** son un conjunto de viviendas reunidas en un solo edificio, complementadas con salas comunes y una cocina central ≥ 20 m² para cada unidad de viviendas. Es conveniente que esté cerca de un sanatorio para ancianos con oferta de alimentos, actividades de ocio, recuperación y terapia. Asistencia sanitaria (enfermería) con unidad de baños, sala de tratamiento, fregadero central y cuarto de limpieza. Una plaza de aparcamiento para cada 5-8 habitantes. Calefacción 2 % superior a lo normal. Posibilidad de incorporar servicios de ayuda especiales para los ancianos que lo necesiten.

Residencias para la tercera edad con un equipamiento asistencial continuo. Deben cumplir una normativa estricta. Debido al tamaño de las superficies y locales comunes, resulta rentable a partir de unas 120 plazas. Oferta de alimentación, actos sociales y tratamientos de terapia. Unidad integrada de cuidados especiales para períodos cortos. Características generales: los peldaños de las escaleras deben cumplir la relación 16/30, huellas sin vuelo y con el extremo anterior pintado de color bien visible. Los pasillos y escaleras deben disponer de pasamanos a ambos lados. Ascensores para camillas y sillas de ruedas. Asimismo, las residencias deben cumplir la normativa sobre discapacitados DIN 18025. Situación: cerca de una infraestructura urbana y medios de transporte público.

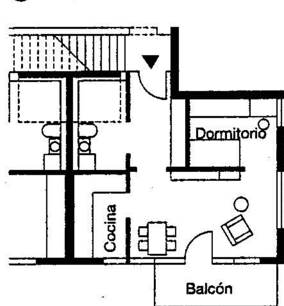
Centros de día para la tercera edad: con servicios para que la personas de la tercera edad que viven independientes puedan reunirse y recibir asistencia esporádica. Es aconsejable un local por cada 1.600 ciudadanos ancianos. Con sala de encuentros (divisible) de unos 120 m², sala de asesoramiento de unos 20 m² y salas para tratamientos de rehabilitación y terapia, vestidores, salas de grupo, lavabos y aseos, cocina americana y bolera.



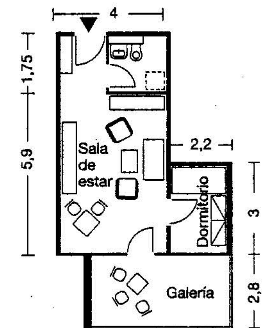
❶ Esquema de relaciones



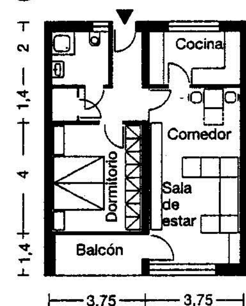
❷ Esquema funcional de una residencia para la tercera edad y centro de día



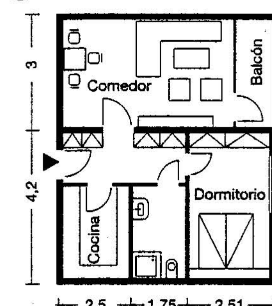
❸ Vivienda para 1 persona, 40 m²



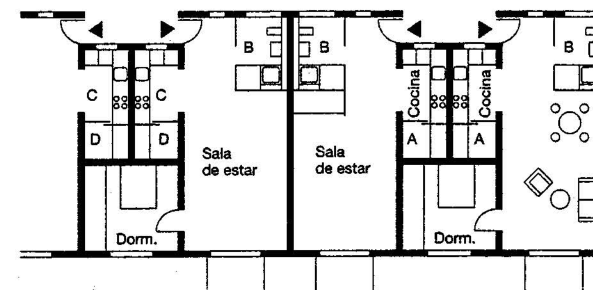
❹ Vivienda para 1 persona, 37 m²



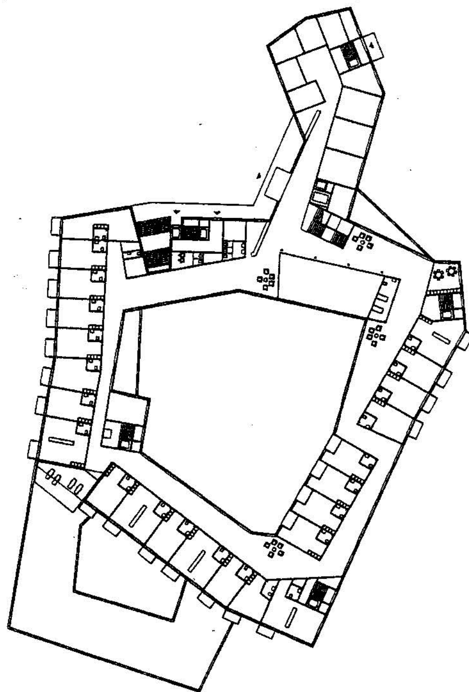
❺ Vivienda para 2 personas, 58 m²



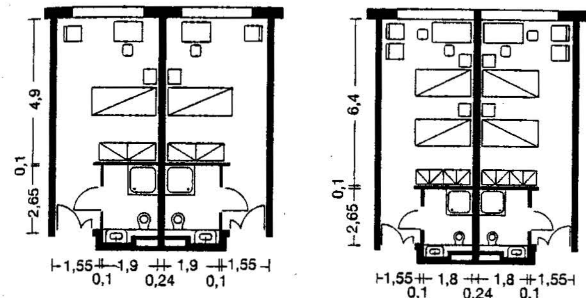
❻ Vivienda para 2 personas, 55,5 m²



❼ Viviendas para la tercera edad

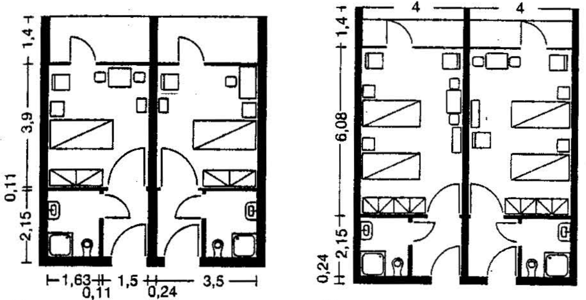


❽ Centro geriátrico Frauensteinmatte, Zug Arq.: Graber Pulver



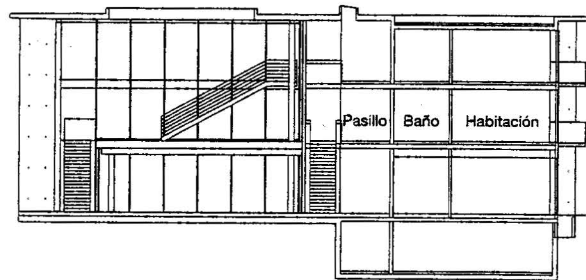
❶ Habitación individual

❷ Habitación doble



❸ Habitación individual

❹ Habitación doble



❺ Sección transversal → ❻

RESIDENCIAS PARA LA TERCERA EDAD

GERIÁTRICOS Y RESIDENCIAS ASISTIDAS PARA LA TERCERA EDAD

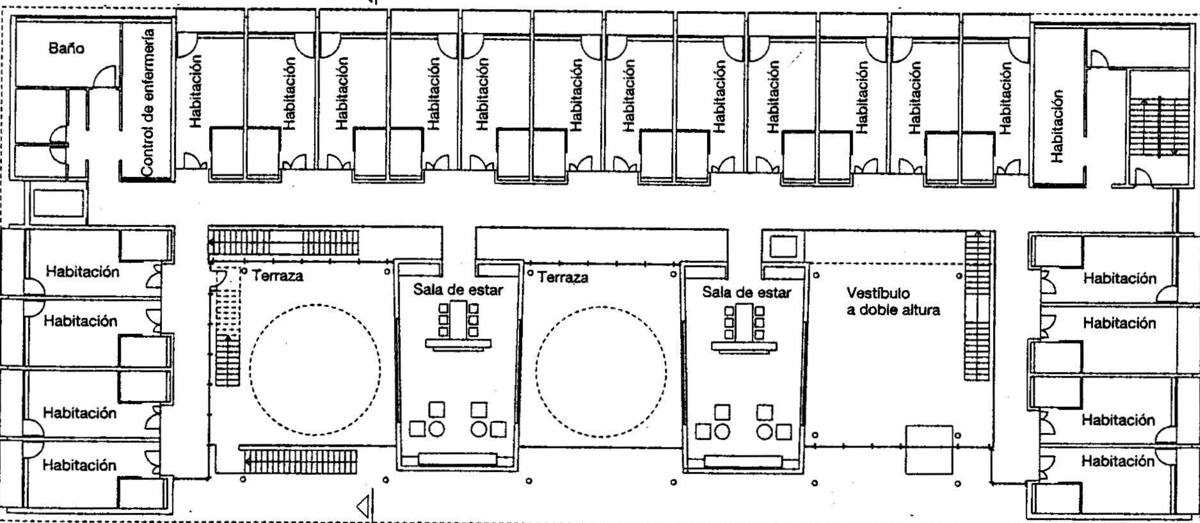
Los **geriátricos** se destinan al cuidado, asistencia y manutención de personas mayores con una enfermedad crónica que necesitan cuidados especiales.
Mediante tratamientos activos se debe procurar el mantenimiento y la recuperación de los ancianos con la adecuada asistencia médica. Es preciso establecer una clara separación entre la zona de residencia y la zona de servicios → ❻.
Zona de residencia: 50 % de la superficie total; habitaciones individuales: 18 m². Habitaciones dobles: → ❶ – ❹.
Si la habitación dispone de un dormitorio separado, las superficies son: dormitorio individual: 7 m²; dormitorio doble: 12 m.
Vestíbulo de la habitación: 1,25 × 1,25 m, con un metro lineal de armario para ropa. Baño con inodoro, lavamanos y ducha.

Cada grupo de residencia comprende unos 8 a 10 habitantes, con una sala de estar con cocina americana que también cumpla las funciones de comedor. Para cada grupo de residencia debe preverse una sala de tratamiento. Los pasillos sirven como vías de comunicación y los distribuidores y vestíbulos deben facilitar la relación entre grupos.

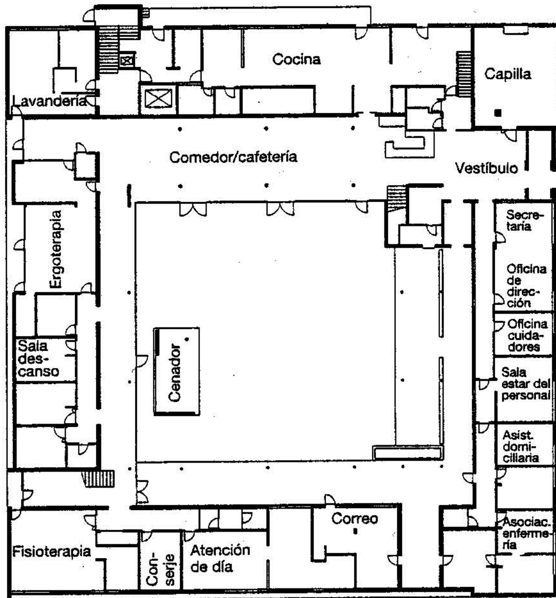
Espacios necesarios:

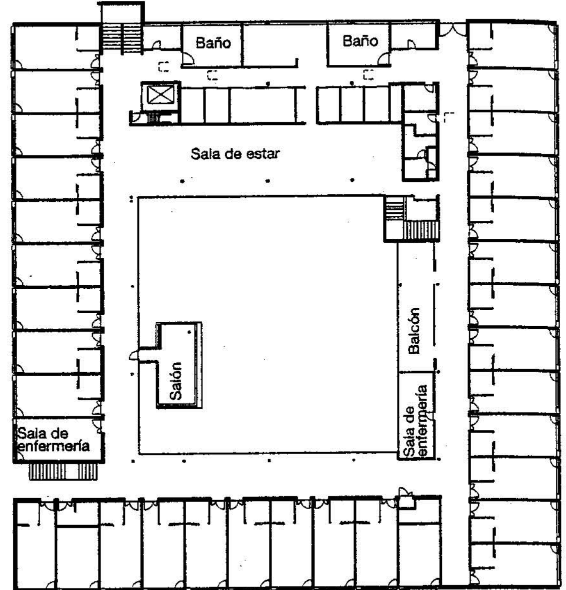
- Sala de descanso y de trabajo para las enfermeras, aseo y guardarropa.
- La zona de tratamientos debe tener una bañera resistente a los ácidos y apta también para tomar baños médicos, lavamanos, inodoro, bidé y ducha.
- Cuarto de limpieza con vertedero.
- Lavandería.
- Sala auxiliar para aparatos y sillas de ruedas.

Zona de estancia y tratamientos cortos para los ancianos que no residen en el sanatorio pero que deben acudir a él durante las vacaciones de las personas que los cuidan en su domicilio, así como para tratamientos poshospitalarios, de rehabilitación, etc.
Es conveniente agrupar los equipamientos centrales en la planta baja y sótano, o distribuirlos en un departamento único.
Salas de administración, entrevistas y actos; salas comunes y cafetería. Salas para terapia, gimnasia, pedicura y peluquería.



❻ Residencia asistida para la tercera edad Haus Gisingen, Feldkirch (Vorarlberg), planta primera — Arqs.: Noldin & Noldin





1 Residencia asistida para la tercera edad Haus Nofels, Feldkirch (Vorarlberg), planta baja y primera — Arq.: Rainer Köberl

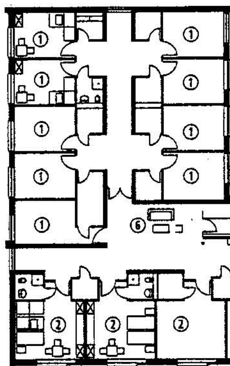
Edificio existente – remodelación de las zonas comunes

Suministros — Gestión de residuos

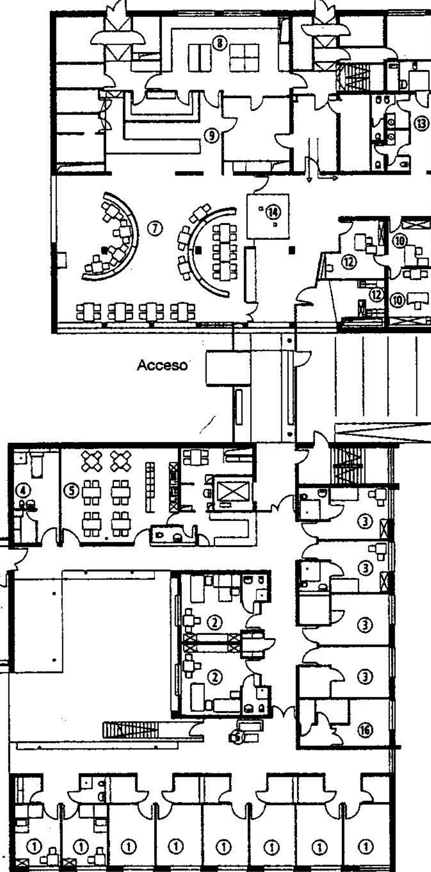
Edifico existente - remodelación del edificio de dormitorios

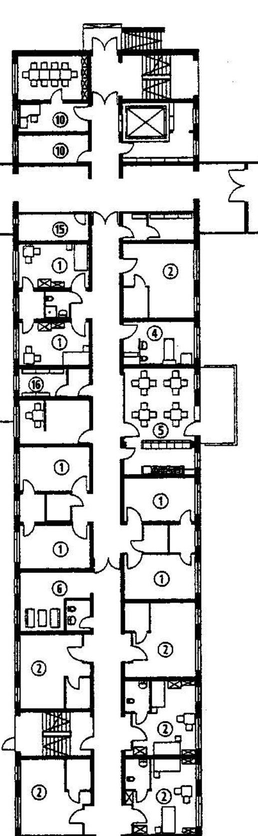
Administración

① Dormitorio individual 16 m²
② Dormitorio doble 24 m²
③ Dormitorio adaptado a silla de ruedas 18 m²
④ Baño de la unidad de cuidados
⑤ Sala de estar/sala de grupos
⑥ Punto de encuentro
⑦ Sala comedor y de actos
⑧ Cocina
⑨ Mostrador cocina
⑩ Dirección/administración
⑪ Enfermería
⑫ Recepción/quiosco
⑬ Aseo visitantes
⑭ Pajarera
⑮ Peluquería
⑯ Cuarto auxiliar



Edificio de dormitorios - edificio de nueva planta

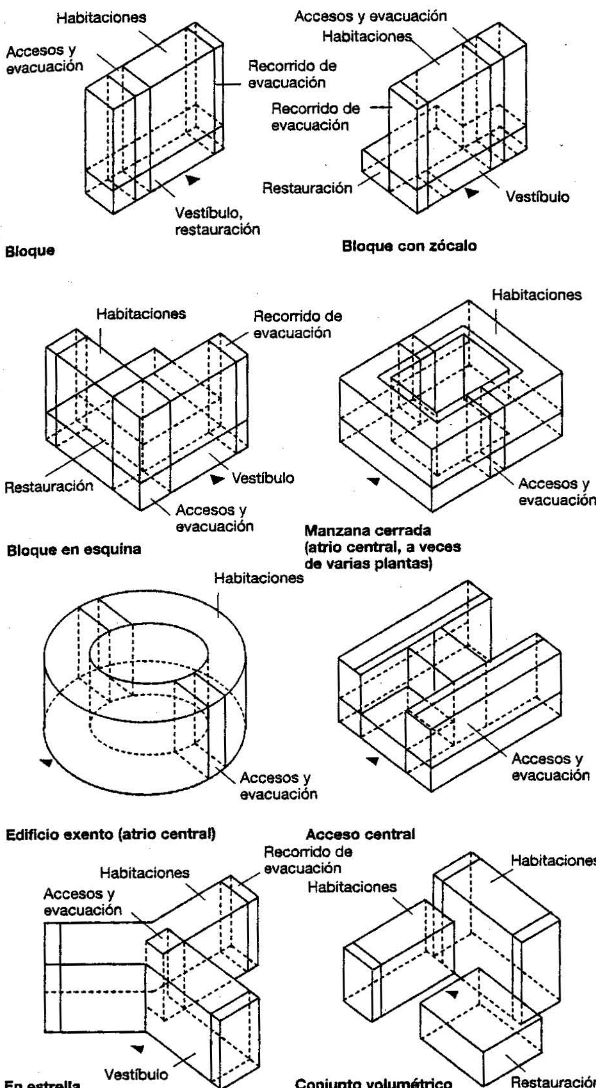




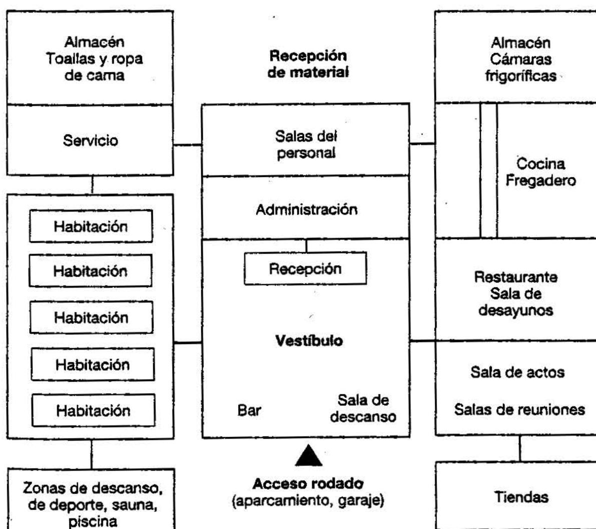
Edificio de dormitorios - edificio de nueva planta

2 Residencia asistida de la tercera edad Elbe Fläming, Dessau-Roßlau, planta baja — Arq.: Kister Scheithauer Gross

GENERALIDADES



❶ Formas básicas de hoteles



❷ Esquema de accesos y espacios de un hotel

Originalmente un establecimiento de hospedaje y restauración, a menudo con un encanto exclusivo, actualmente el hotel pertenece a una industria de servicios (masificados) compleja y eficiente, con una gama amplia de posibilidades (congresos, *spa*/balneario, vacaciones).

Hay hoteles de muy diferentes precios y grados de confort que se clasifican en cinco categorías → pág. 184. Un esquema con las relaciones fundamentales de recorridos y espacios en un hotel está representado en → ❷.

Básicamente se distinguen: **vestíbulo y recepción** como base de mando ordenada y representativa, situada en el centro de las diferentes partes del complejo, la **zona de restauración** comunicada con el vestíbulo (la variedad de la oferta depende de la categoría del hotel), **administración**, salas del personal con accesos propios y con conexión directa con otras zonas del hotel, **zona de habitaciones** con diferentes tipos de habitación y zonas de acceso individuales, distribuidas bajo los aspectos de orden, orientación, aislamiento contra el ruido, **zona de servicios y mantenimiento**, con cocina, almacenes y espacios auxiliares.

Las proporciones de superficie de los usos diferente se reflejan en → ❹.

Ordenanzas para la edificación, Código Federal de Construcción, Plano de Ordenación Urbana, etc.	Condiciones generales para la autorización de la edificación, régimen de uso y parámetros urbanísticos, etc. → pág. 68
MBO	Exigencias constructivas generales para edificios y elementos constructivos, exigencias generales seguridad contra incendios
DIN 4107	Exigencias aislamiento acústico → pág. 486
Ordenanza sobre la regulación del hospedaje (BeVO)	Exigencias constructivas adicionales para edificios y elementos constructivos referentes al alojamiento de un gran número de personas (exigencias para muros, pilares, forjados, puertas, recorridos de evacuación, pasillos, alarmas, seguridad, etc.)
Directrices sobre la construcción de establecimientos de gastronomía (GBR)	Exigencias constructivas adicionales para establecimientos de gastronomía (sobre todo en lo relativo a la seguridad contra incendios)
Ordenanza reguladora de los usos y Condiciones de los locales de espectáculos y reunión	Exigencias constructivas adicionales para edificios y elementos constructivos referentes a la concurrencia simultánea de un gran número de personas (recorridos de evacuación, salidas, corredores, ventanas, puertas, etc.)
Ordenanza y directrices de seguridad e higiene en el trabajo	Exigencias constructivas generales para edificios y elementos constructivos desde el punto de vista de la seguridad e higiene en el lugar de trabajo
Resto de obligaciones	P. ej., exigencias de las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, instrucciones de seguridad e higiene en el trabajo, exigencias de la Delegación de Sanidad y el Departamento de Inspección Industrial

❸ Leyes, directrices, órdenes y ordenanzas alemanas para la planificación de establecimientos de hostelería (selección)

1.	Habitaciones, baños, pasillos, servicio de planta	50-60 %
2.	Zonas públicas, vestíbulo, recepción, etc.	4-7 %
3.	Restauración	4-8 %
4.	Espectáculos, sala de actos, salas de reuniones	4-12 %
5.	*Spa*/gimnasio	5-10 %
6.	Resto de zonas, esteticista, peluquería	1-2 %
7.	Dirección/administración	1-2 %
8.	Zona servicios, cocina, salas del personal, almacén	9-14 %
9.	Instalaciones	5-10 %

Además deben tenerse en cuenta zonas para aparcamientos o garajes y zonas especiales (p. ej., zonas de baño y balnearios) que varían mucho según la oferta

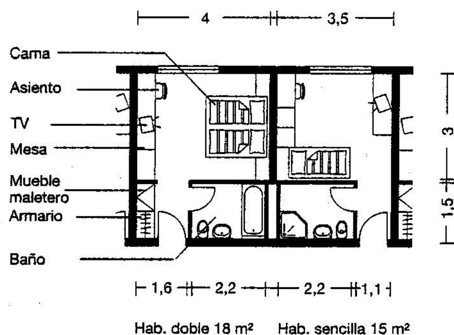
	Tipo de hotel	m²/habitación
1.	Hotel de lujo	90-110
2.	Hotel de primera clase	60-70
3.	Hotel confort	50-60
4.	Hotel estándar (de vacaciones, motel)	40-60
5.	Hotel clase turista (de bajo coste)	15-20

❹ Valores orientativos para distribución de superficies y superficie total por habitación en diferentes categorías de hotel

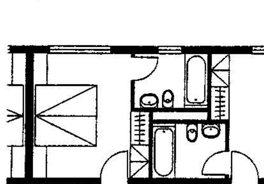
MBO
Ordenanza sobre la regulación del hospedaje(BeVO)

véase también: Gastronomía, pág. 186

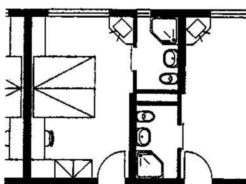
Asociación Alemana de Hostelería y Gastronomía Alemana (DEHOGA)



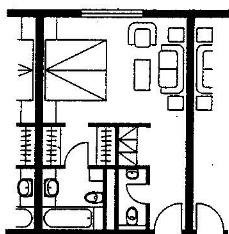
❶ Habitación equipada de hotel de tres estrellas con equipos, dimensiones (según clasificación alemana DEHOGA, habitación individual amplia)



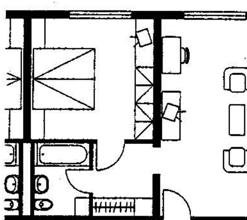
❷ Baño entre habitaciones



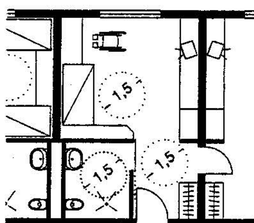
❸ Baño entre habitaciones



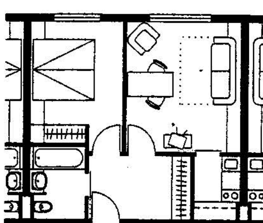
❹ Habitación con aseo adicional



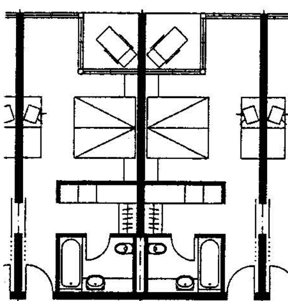
❺ Apartamento de dos piezas



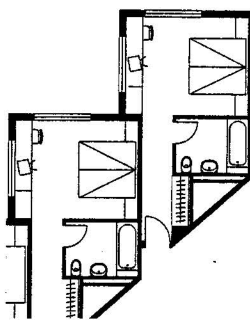
❻ Habitación accesible en silla de ruedas con espacio para acompañante → pág. 33



❼ Apartamento de dos piezas con minicocina

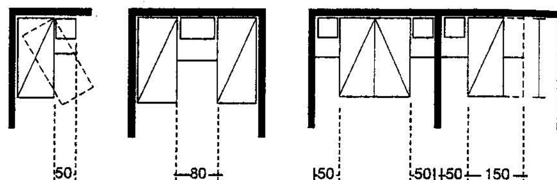


❽ Habitación con zona armarios y balcón



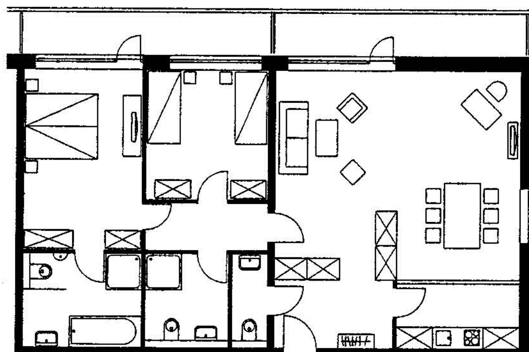
❾ Distribución de las piezas en diagonal

Las habitaciones ocupan la mayor parte de la superficie del hotel. La calidad de la habitación es un criterio fundamental para la apreciación del hotel por parte del cliente. Existe una tendencia a unificar y esquematizar las plantas y distribuciones → ❶.
Dentro del concepto ampliado de habitación (pieza de estar, descanso, trabajo y dormir) se intenta tener en cuenta las exigencias de confort a la hora de distribuir los espacios, pero también la necesidad de individualidad e identidad, todo ello en el marco de las especificaciones económicas y constructivas determinadas → ❷ - ⓫.

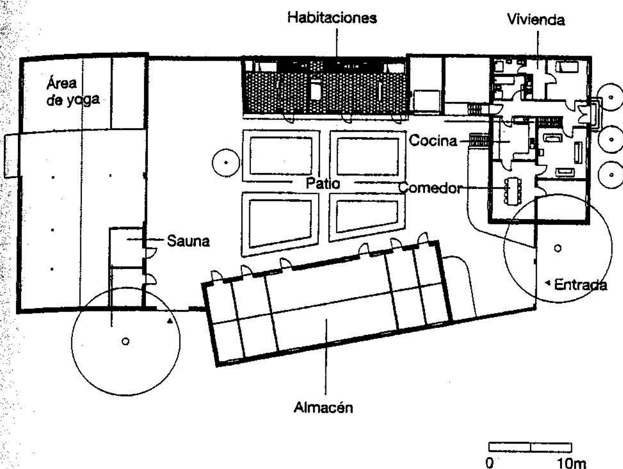


❿ Separaciones mínimas entre camas de hotel

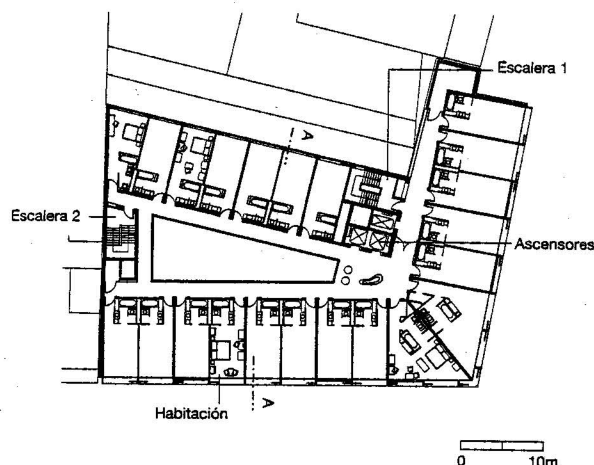
Equipamiento de las habitaciones según la normativa alemana DEHOGA (extracto)
Según la clasificación de DEHOGA se distinguen cinco categorías, que vienen marcadas sobre todo por el equipamiento y el tamaño de la habitación.
Una estrella (turista): habitación individual 8 m², habitación doble 12 m² (dimensiones mínimas para el 75 % de las habitaciones, sin baño), cama, armario, asiento, lavabo en la habitación, recepción en un espacio separado.
Dos estrellas (estándar): como en el caso anterior, pero habitación individual de 12 m², habitación doble de 16 m² (dimensiones mínimas para el 75 % de las habitaciones, baño y pasillo distribuidor incluidos), baño en la habitación (en el 70 % de las habitaciones), un asiento por cama, TV (en el 70 % de las habitaciones).
Tres estrellas (confort): como en el caso anterior, pero habitación individual de 14 m², habitación doble de 18 m² (dimensiones mínimas, véase arriba), baño en la habitación (en todas las habitaciones), teléfono, vestíbulo con asientos, recepción autónoma.
Cuatro estrellas (primera clase): como en el caso anterior, pero habitación individual de 16 m², habitación doble de 22 m² (dimensiones mínimas, véase arriba), minibar, butaca/sofá con mesilla, vestíbulo con asientos y servicio de bebidas.
Cinco estrellas (lujo): como en el caso anterior, pero habitación individual de 18 m², habitación doble de 26 m² (dimensiones mínimas, véase arriba), 2 % de las habitaciones son *suites* (mínimo dos), una butaca/sofá por cama, lavabo adicional en habitaciones dobles y *suites*, televisor adicional en las *suites*, vestíbulo de recepción.



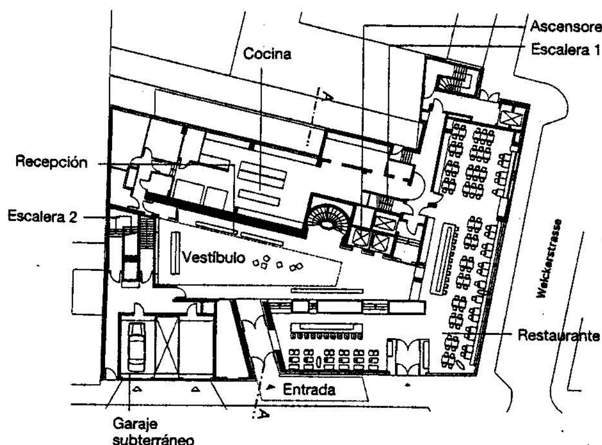
⓫ Apartamento de tres piezas (*suite*) con minicocina, dos baños y aseo para visitas



❶ Casa rural, Havelland (Brandemburgo), planta baja — Arq.: subsolar



❷ Hotel SIDE, Hamburgo, planta tipo — Arqs.: Jan Störmer Architekten



❸ Hotel SIDE, Hamburgo, planta baja

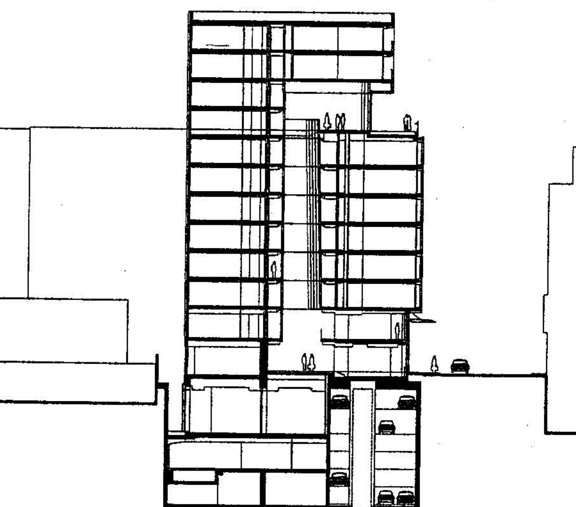
Casa rural

La casa rural Hof der Stille → ❶ ocupa las dependencias de un caserío en un pueblo del Havelland, en Brandenburgo.

Los edificios del antiguo caserío se agrupan alrededor de un patio, que en el nuevo uso asumió la función de acceso central y de orientación; el patio crea un centro espacial y visual de carácter "monástico" sobre el que dan las habitaciones, ubicadas en las antiguas caballerizas. La casa propiamente dicha alberga el comedor, sala de estar y de reunión y la vivienda de los propietarios, así como el antiguo pajar, la sauna, un gimnasio y una zona de descanso. Las habitaciones cuentan con un aseo y una minicocina situados en la parte trasera del apartamento, a lo largo de la medianera con el caserío vecino.

Hotel de lujo en contexto urbano

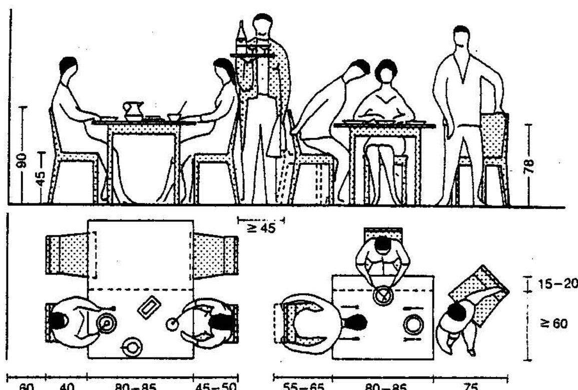
El hotel SIDE, en Hamburgo → ❷ – ❹ ocupa la esquina de una manzana → pág. 183. Su forma deriva de los ángulos que forman la manzana y el solar en esquina y un volumen posterior que sobresale cuatro plantas y lo enmarca. En la planta octava, una sala con terraza da al atrio de 30 metros de altura y con iluminación natural que constituye el elemento central y de orientación del hotel que media entre los ángulos de las alineaciones. En las plantas tipo → ❷ se encuentran las habitaciones (de categoría de cinco estrellas) con los baños paralelos al pasillo, organizadas en su mayor parte alrededor del hueco del vestíbulo y accesible a través de corredor perimetral. Tanto en las esquinas como en las plantas décima y undécima se encuentran las *suites* (que sobrevuelan el hueco central). El restaurante y las salas de congresos se encuentran en la esquina de las plantas baja y primera. La cocina y la zona de administración se sitúan en la parte posterior de la planta baja, mientras que la gran sala de conferencias (con luz natural gracias a un patio inglés), el *spa*, la piscina, el aparcamiento y las instalaciones ocupan las cuatro plantas de sótano.

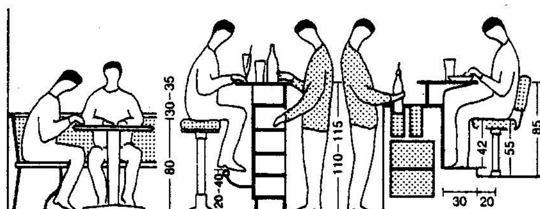


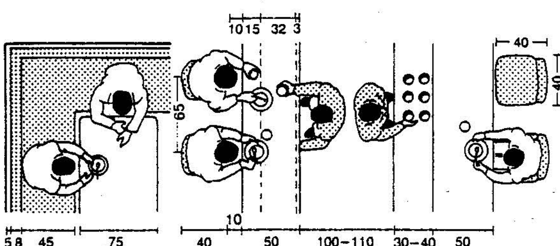
❹ Hotel SIDE, Hamburgo, sección A-A

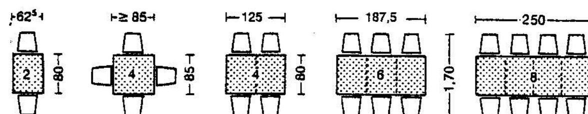
véase también:
Comedores,
pág. 164

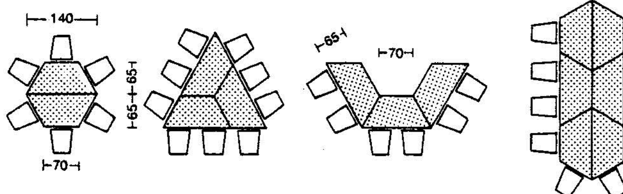
Una persona necesita una superficie de mesa de unos 60 cm de anchura y 40 cm de profundidad para poder comer con comodidad → ❷ – ❹. Con estas medidas queda suficiente espacio entre los comensales. En el centro de la mesa se necesita una franja de 20 cm de anchura para las diferentes fuentes, bandejas y soperas, por lo que la anchura mínima adecuada para una mesa de comer es de 80-85 cm. Para servicio a la mesa bastan 70 cm y para restauración de comida rápida 60 cm de fondo de mesa.
Separación entre mesa y pared ≥ 75 cm → ❶, pues la silla ya ocupa 50 cm. Si el espacio entre la mesa y la pared se debe utilizar también como paso, dicha separación debería ser ≥ 100 cm. Las mesas redondas necesitan algo más de espacio para las sillas.



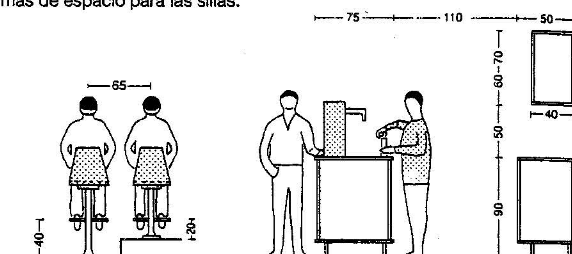


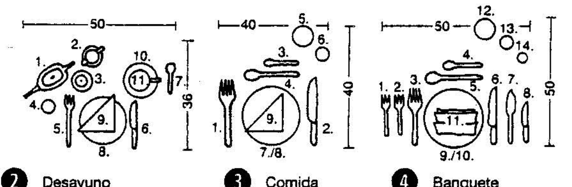






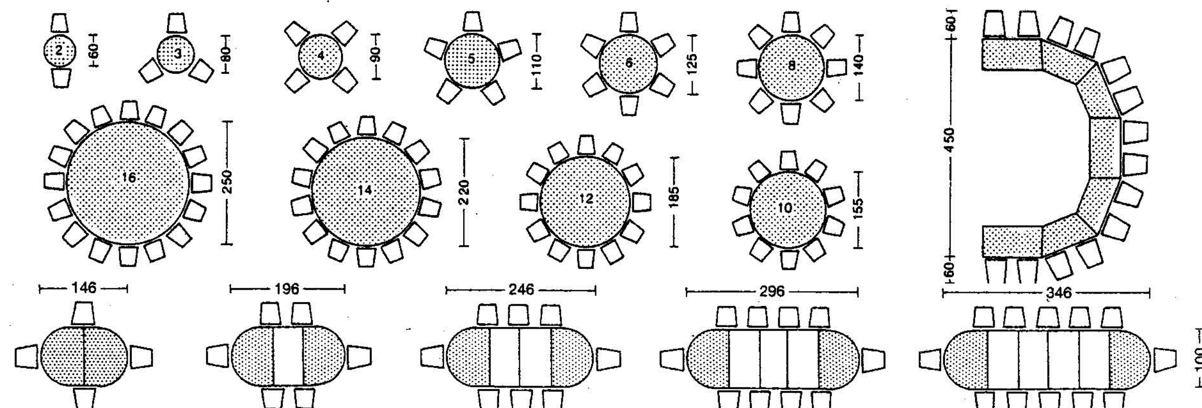
❶ Espacio necesario para los comensales y el servicio





❷ Desayuno ❸ Comida ❹ Banquete

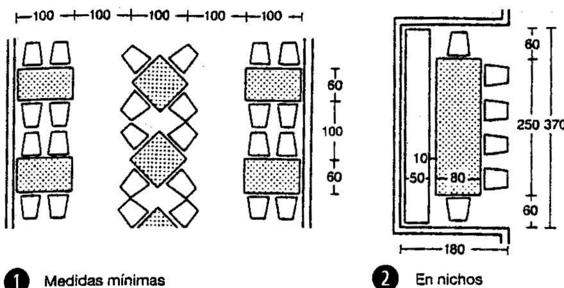
❷ **Servicio de desayuno** 1: tetera o cafetera; 2: jarro de leche; 3: bote de mermelada o mantequilla; 4: azucarero; 5: tenedor de postre; 6: cuchillo de postre; 7: cuchara de café; 8: plato de postre; 9: servilletas; 10: plato de taza; 11: taza de café o té.
❸ **Servicio de comer sencillo** 1: tenedor; 2: cuchillo; 3: cuchara de postre; 4: cuchara; 5: copa de cerveza o agua; 6: copa de vino; 7: plato sopero; 8: plato plano; 9: servilleta
❹ **Servicio de banquete** 1: tenedor postre; 2: tenedor pescado; 3: tenedor; 4: cuchara postre; 5: cuchara; 6: cuchillo; 7: cuchillo pescado; 8: cuchillo postre; 9: plato sopero; 10: plato plano; 11: servilleta; 12: copa cerveza o agua; 13: copa vino tinto o blanco; 14: copa licor



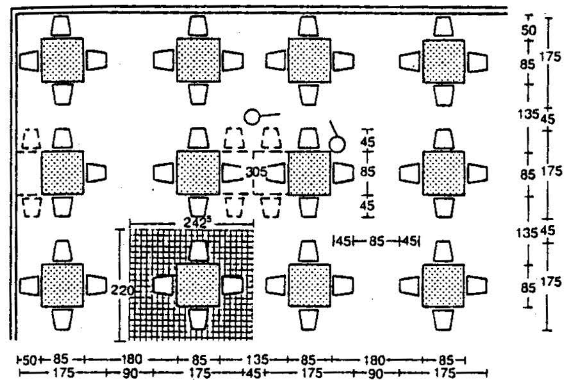
❺ Mesas/asientos

GASTRONOMÍA

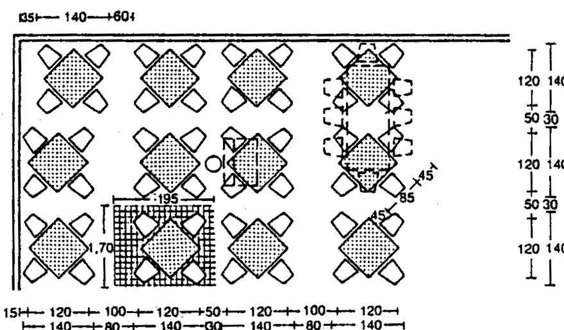
RESTAURANTES



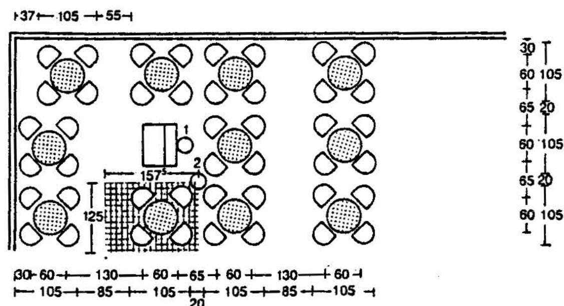
❶ Medidas mínimas ❷ En nichos



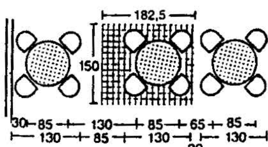
❸ Disposición de las mesas en paralelo



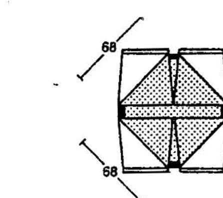
❹ Disposición de las mesas en diagonal



❺ Medidas mínimas para la colocación de las mesas



❻ Colocación de las mesas en una cafetería



❼ Mesa Zuntz

Antes de proyectar un restaurante se debe estudiar cuidadosamente con el propietario la organización del local. En particular se debe precisar: qué oferta, calidad y cantidad de alimentos se va a ofrecer, qué sistema de servicio se va a elegir. Si se servirán menús fijos o a la carta, si será autoservicio o habrá camareros. Para el diseño es importante saber a qué público se dirige el establecimiento y qué cantidad de personas se piensa atender. Es preciso colaborar con especialistas en la planificación de cocinas, instalación de cámaras frigoríficas, instaladores de electricidad, aire acondicionado, calefacción y fontanería.

Del encanto dependerá la imagen exterior que se quiera dar al restaurante. La sala principal de un restaurante es el comedor, la decoración irá en función del tipo de establecimiento. Una parte de las sillas y mesas debería poder moverse para cambiar su agrupación en determinadas ocasiones. Prever una mesa reservada en un lugar adecuado. Las salas de banquetes o convenciones y habitaciones auxiliares se deben amueblar siempre de manera que pueda variarse su colocación. Para los comensales con prisa es conveniente disponer una barra rápida con asientos fijos. Los grandes comedores se deben estructurar en varios ámbitos. En torno al comedor se agrupan las salas auxiliares, la cocina, los lavabos y los cuartos de instalaciones, que también se pueden alojar en el sótano → ❽.

Los pilares pueden situarse en el centro de un grupo de mesas o en las esquinas de las mesas → ❸. Altura libre de los comedores con una superficie ≥ 50 m²: 2,5 m, más de 50 m²: 2,75 m, más de 100 m²: ≥ 3 m; encima o debajo de galerías: ≥ 2,5 m.

Lavabos en restaurantes y bares: en cervecerías se considera un porcentaje del 75 % de hombres y un 25 % de mujeres; en salas de baile 50 % de hombres y 50 % de mujeres. Recorridos de emergencia de 1 m de ancho para cada 150 personas. Dimensiones mínimas: en pasos en el interior del comedor: 0,8 m; puertas: 0, 9 m; pasillos y recorridos de emergencia: 1 m → ❾.

Escaleras hacia aseos, lavandería, salas del personal: anchura libre de paso ≥ 1,1 m. Altura libre ≥ 2,1 m. Superficie de ventanas: ≥ 1/10 de la superficie de la habitación o del comedor.



❽ Esquema funcional de un pequeño restaurante

Superficie comedor	Anchura útil
≤ 100 m²	≥ 1,1 m
≤ 250 m²	≥ 1,3 m
≤ 500 m²	≥ 1,65 m
≤ 1.000 m²	≥ 1,8 m
más de 1.000 m²	≥ 2,1 m

❾ Anchura útil de las escaleras

Nº de comensales	Lavamanos Hombres	Mujeres	Urinarios	Canal. ml
≤ 50	1	1	2	2
≤ 50-200	2	2	3	3
≤ 200-400	3	4	6	4
≤ 400	→ Cálculo específico en cada caso →			

❿ Lavabos

Tipo	Ocup. del puesto por comida	Sup. de cocina en m²/ por cubierto	Sup. del comedor en m²/ por asiento
Restaurante de lujo	1	0,7	1,8-2
Restaurante con elevado nº de turnos, p. ej.: grandes almacenes	2-3	0,5-0,6	1,4-1,6
Restaurante normal	1,5	0,4-0,5	1,6-1,8
Fondas Pensiones	1	0,3-0,4	1,6-1,8
Para almacenes, dependencias para el personal, etc., se cuenta un suplemento de aprox. 80 % N° cubiertos = nº de asientos × nº de turnos			

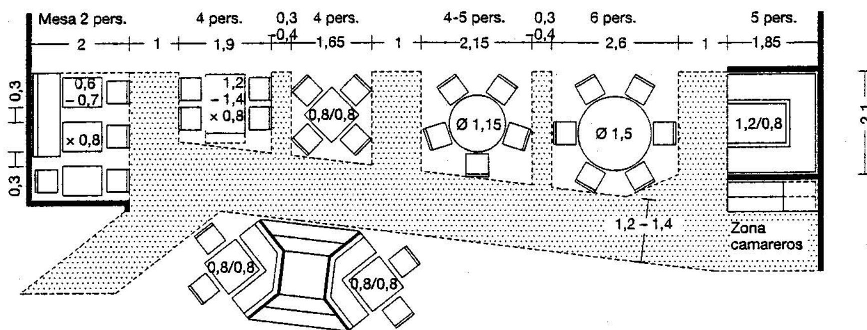
⓫ Superficie necesaria

Mesas	Asientos	con camarero m²/asiento	Autoservicio m²/asiento
cuadrada	4	1,25	1,25
rectangular	4	1,1	1,25
rectangular	6	1	1,05
rectangular	8	1,1	1,1

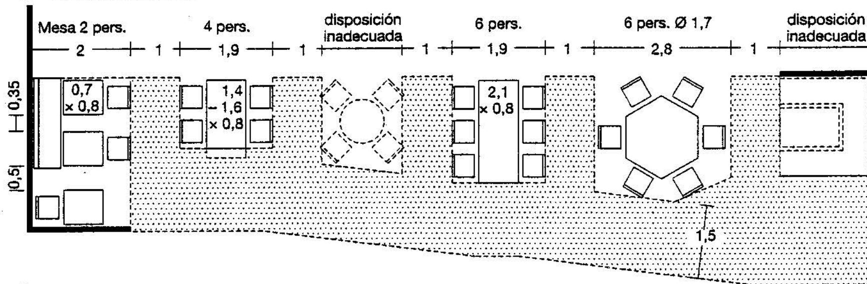
⓬ Superficie de los comedores en total: entre 1,4 m² y 1,6 m²/asiento

Pasillos principales	Al menos 2 m ancho
Pasillos intermedios	Al menos 0,9 m ancho
Pasillos auxiliares	Al menos 1,2 m ancho

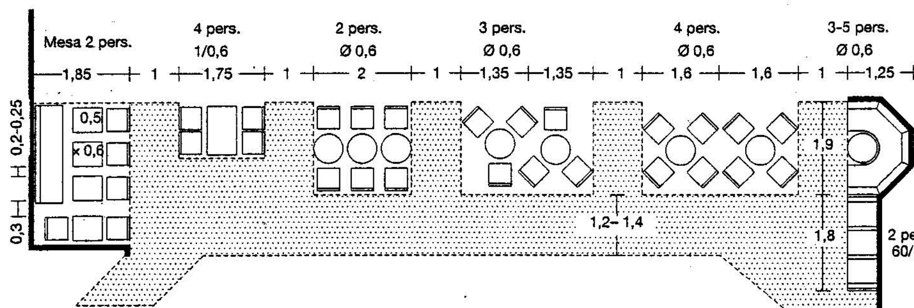
⓭ Anchura de los pasillos



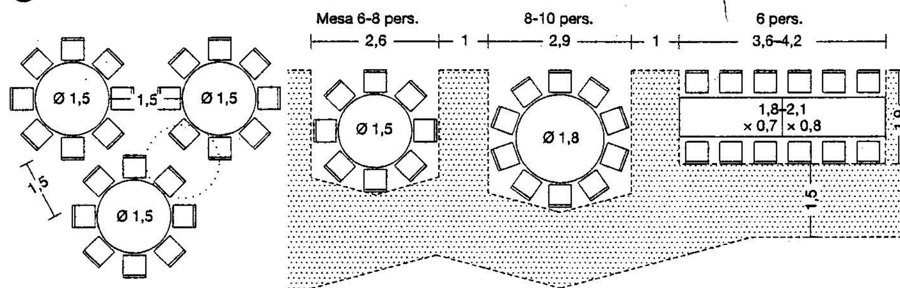
1 Dimensiones de las mesas en restaurantes: si predomina el servicio a la mesa se puede reducir el fondo de la misma a 70 cm.



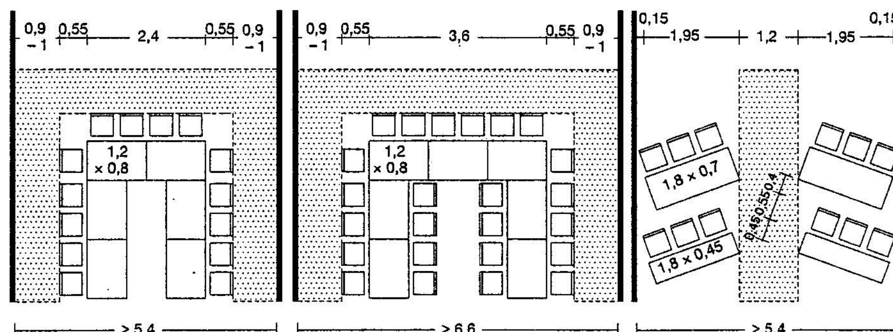
2 En un restaurante con autoservicio



3 Cafetería-bar



4 Sala de banquetes



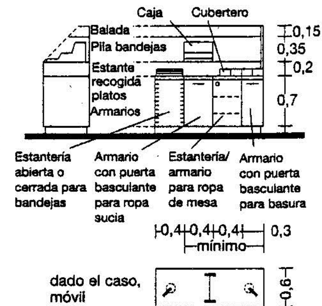
5 Salas de reuniones y seminarios

GASTRONOMÍA

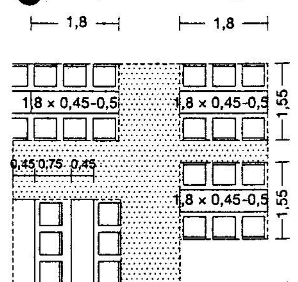
COMEDORES, SERVICIO

Existe una relación directa entre el espacio que precisa un restaurante y el carácter del mismo. Con excepción de los *snack-bar*, la necesidad de espacio en las cafeterías es menor que en cualquier otro local destinado a la restauración. Esta exigencia de superficie aumenta en restaurantes y alcanza su grado mayor en las salas de banquetes. Las mesas dispuestas en diagonal ocupan menos sitio que si se colocan en paralelo (disminución del espacio necesario hasta un 35 %). Los nichos permiten un buen aprovechamiento de la superficie puesto que en ellos no es necesario mantener la distancia entre las sillas y la pared. En los restaurantes de gran tamaño las mesas se agrupan en diversos sectores adjudicados a distintos camareros. Por norma general no conviene dimensionar los restaurantes empleando reglas basadas en el número de personas por m², puesto que el cálculo en locales menores de 100 m² no es exacto y conduce a errores. Dimensionar el espacio según un anteproyecto concreto. El planeamiento funcional de restaurantes se establece en las siguientes etapas:

1. Determinación de las entradas, ejes de circulación que, según su cantidad y anchura necesaria, limitan la superficie útil.
2. Determinación de las estaciones de servicio para camareros (con excepción de aquellos locales que dispongan únicamente de elementos móviles a este uso) en relación con los sectores: mínimo 1 punto de servicio por cada 40 asientos, en la posición más central posible.
3. Determinación de los tamaños de las mesas y de sus formas en función del carácter del local y de la estructura presumible de clientes. A tal fin se proyectan esquemas porcentuales con distintas combinaciones de mesas del tamaño deseado. Los tamaños y usos de las mesas dependen del uso previsto. Es conveniente articular ámbitos reducidos, de unas 20 plazas (12-24 pl.), para así evitar que el ambiente del restaurante recuerde al de una sala de espera.



6 Zona para camareros → **1**



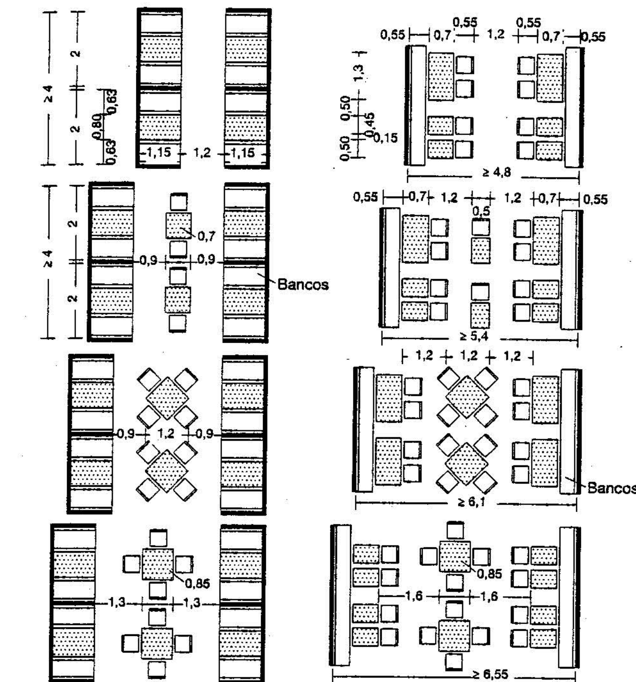
7 Asambleas, congresos, actos sociales sin almuerzo

RESTAURANTES DE COMIDA RÁPIDA

Para evitar que el intenso flujo de personas interfiera en el funcionamiento de este tipo de locales, en los que mesas y sillas de dimensiones reducidas se agrupan con bastante estrechez → ❶ - ❹, es necesario disponer de amplias zonas de circulación.

El comedor, cuyo espacio por persona oscila entre 1,5 y 2,15 m², suele amueblarse con mesas y una barra lo más larga posible → ❺ - ❻.

Los restaurantes de comida rápida pueden vender alimentos tanto para llevar como en el interior del local → ❼ + ❽.

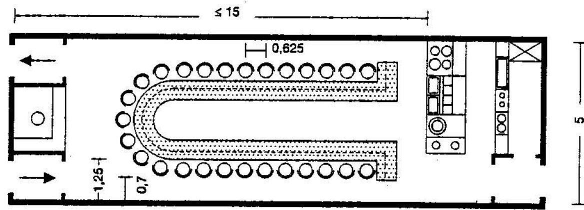


❶ Disposición de mesas y asientos

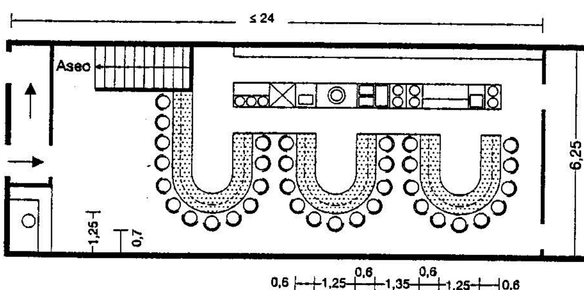
❷ Disposición de mesas y asientos, variantes

❸ Disposición de mesas y asientos, variantes

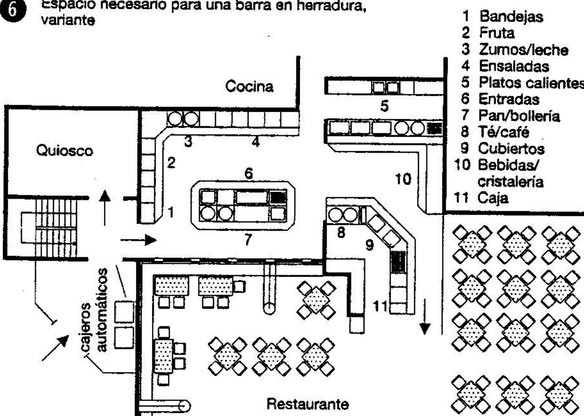
❹ Disposición de mesas y asientos, variantes



❺ Espacio necesario para una barra en herradura



❻ Espacio necesario para una barra en herradura, variante



1 Bandejas
2 Fruta
3 Zumos/leche
4 Ensaladas
5 Platos calientes
6 Entradas
7 Pan/bollería
8 Té/café
9 Cubiertos
10 Bebidas/ cristalería
11 Caja

❼ Ejemplo de restaurante de comida rápida, autoservicio

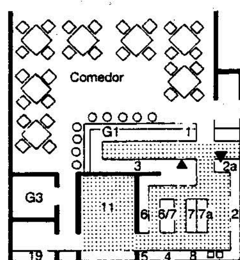
Debido a la velocidad con que se vacían las mesas en los restaurantes de comida rápida el aprovechamiento de las mismas es unas 3 veces mayor que en los restaurantes convencionales. Duración media de la comida 20 min → ❼ - ❽. Resultan adecuadas las mesas que tienen capacidad para dos personas y un tamaño medio de 70/50 cm. Estas se pueden disponer de forma aislada, de dos en dos o con una pequeña separación → ❷ + ❹, o que permite formar agrupaciones para 4-8 personas → ❽ Longitud de una mesa en herradura: → ❺ - ❻ ≤ 10-12 asientos con separación de 62,5 cm = 7,5 m. Cuando la comida está precocinada un solo camarero puede atender mesas de esta capacidad. Cajas a la salida. Los espacios secundarios como aseos, cuarto de personal o instalaciones se sitúan en la planta sótano.



1 Bandejas
2 Platos fríos
3 Bebidas
4 Platos calientes
5 Quesos y postres
6 Caja
7 Frigorífico
8 Botellero
9 Helados
10 Calientaplatos
11 Venta para llevar

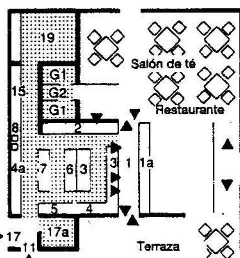
Arq.: Prunier

❽ Restaurante de comida rápida en París



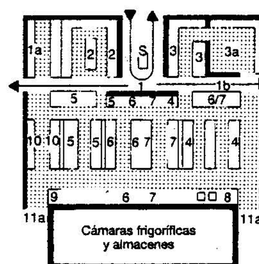
❶ *Snack*-bar

1 Entrega de alimentos y bebidas
2 Lavaplatos
2a Devolución de platos y cubiertos
3 Aparador de bebidas con mezclador, tostadora, etc.
4 Horno y pequeño puesto de pastelería
5 Mantenimiento de los platos preparados
6 Salsas y asados Fogones
7 Cocinado de alimentos
7a Marmita y olla a presión
8 Lavado de ollas y sartenes
11 Almacén, envases vacíos, oficina; en vez de cámaras frigoríficas, neveras y congeladores
19 Aseos para el personal
G1 Barra de bar, también para alimentos
G3 Lavamanos para clientes/tocador



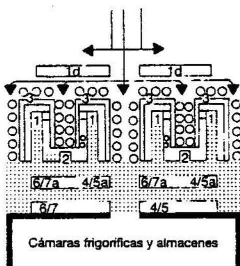
❷ Café-restaurante

1 Pasillo para camareros
1a Autoservicio y caja
2 Lavado, máquina lavar
3 Aparador de bebidas, mezclador, tostador, cubitera, etc.
4 Pastelería
4a Horno de pastelería
5 Unidad de bocadillos
6 Aparato para descongelar y recalentar
7 Cocinado de alimentos
8 Lavado de ollas y sartenes
11 Entrada de servicio
15 Almacén de ropa
17 Recepción de género
17a Almacén provisiones diarias y envases (material apilable en sótano)
19 Lavados y guardarropa personal (guardarropa y vestuarios de personal de cocina pueden estar en el sótano)
G1 Lavabos
G2 Cabina telefónica



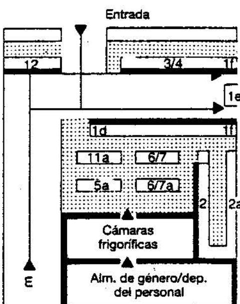
❸ Cocina de restaurante de un gran hotel

1 Pasillo para camareros
1a Entrega de alimentos y bebidas al jardín
2 Zona de lavado de la vajilla
3 Entrega de bebidas
3a Cámara frigorífica para bebidas (bodega de día)
4 Pastelería
5 Cocina fría
6 Cocina caliente-zona de salsas y asados
6/7 Mesa con armario calientaplatos
7 Cocinado de alimentos
8 Lavado de ollas y sartenes
9 Preparación de verduras
10 Preparación de carnes
11a Acceso al suministro de género, almacén de embalajes y almacén intermedio, oficina, guardarropía y lavabos para el personal
S Accesorios y caja



❹ Restaurante con barra de bar y expendedores automáticos

1 Pasillo de servicio para una barra de bar en forma de U
1d Expendedores automáticos de autoservicio
2 Unión entre dos brazos de barra con lavaplatos accesible desde ambos lados, con dos fregaderos
3 Máquina de café, neveras, olla sopera
4/5 Preparación de ensaladas y alimentos
4/5a Entrega de alimentos fríos: ensaladas, helados, postres
6/7 Horno de pan y otros aparatos de cocción
6/7a Entrega de alimentos calientes: freidora, planchas de grill, etc.



❺ Restaurante autoservicio

1d Aparador de autoservicio con unidad freidora y grill
1e Ensaladeras, especias, cubiertos
1f Caja
2 Lavaplatos
2a Devolución de platos y cubiertos
3/4 Unidad de bocadillos, pasteles, helados, cafés, refrescos, posibilidad de servir directamente a la calle
5a Superficie para preparar platos fríos
6/7 Aparatos de descongelación y recalentamiento, accesible desde dos lados (planchas convectoras, calefactores para el sistema Macka u horno Régé)
6/7a Mesa para preparar platos calientes
11a Neveras, accesibles desde dos lados
12 Quiosco de venta interior y directamente a la calle
E Entrada

***Snack*-bar** → ❶ bar, cafetería, restaurante, capacidad para 55 a 60 plazas sentadas (5 a 6 turnos de comidas a mediodía, 2 turnos por la noche). El resto del tiempo, servicio de cafés, pasteles y bebidas. Cocina: se trabaja sobre todo con alimentos preparados. Almacén de medidas reducidas, sobre todo si el suministro es diario.

Café-restaurante → ❷ con salón de té. Establecimiento urbano en un lugar con elevada afluencia de personas.

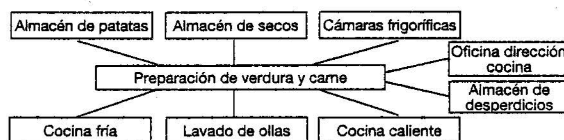
Cafetería: refrescos, cerveza embotellada, licores, etc., pastelería y bocadillos calientes y fríos.

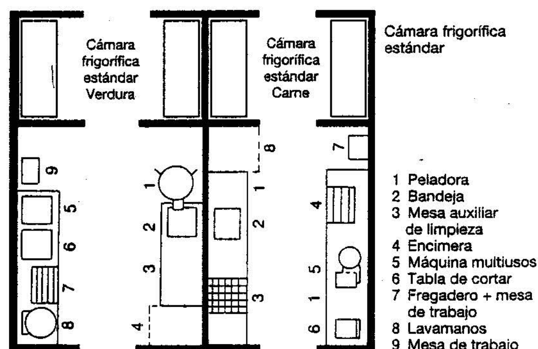
Salón de té: bebidas sin alcohol, pastelería, bocadillos. Capacidad para aprox. 150 plazas sentadas, funcionamiento ininterrumpido de 6:30 a 24:00 horas. Cocina: manipulación sobre todo de alimentos preparados, almacén reducido.

Cocinas de restaurantes de grandes hoteles → ❸ también para grandes restaurantes con salas auxiliares, expedición de platos para el exterior o producción para otros establecimientos. Capacidad: 800-1.000 personas. Pasillo para camareros: en el centro con salida especial al jardín, pista de bolos, etc., y acceso directo a las salas auxiliares. Cocina: celular con un frente para grandes aparatos.

Restaurante con barra de bar y expendedores automáticos → ❹. Para servir comidas rápidamente a trabajadores en restaurantes de comida rápida, cantinas, grandes almacenes y áreas de servicio de autopistas. Capacidad: 500 personas/hora. Cocina: manipulación exclusivamente de alimentos preparados, excepto ensaladas y helados.

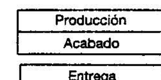
Restaurante autoservicio → ❺ adecuado para grandes almacenes o en conexión con edificios de oficinas. Cocina: sin producción propia, suministro exterior y conservación en congeladores.



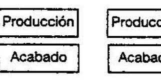


❻ Preparación separada de verdura y carne

1. Una única zona de trabajo sin separación especial entre grupo de cocción y asado



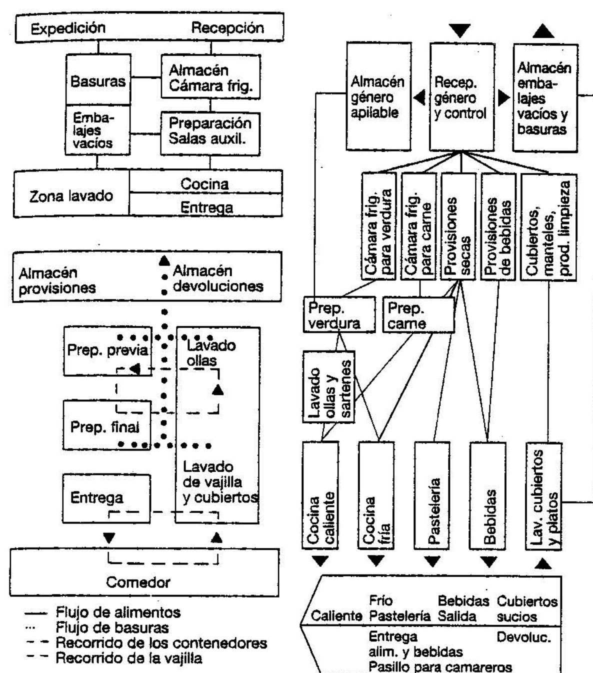
2. Dos zonas de trabajo, separación entre producción y acabado. Grupo de cocción y asado



❼ Cocina de hotel (sistema americano). Grupo de cocción y asado colocado en paralelo a la entrega de alimentos



❽ Cocina de hotel (sistema Franz) Grupo de cocción y asado colocado perfectamente a la entrega de alimentos, separación entre zona de producción y acabado



❶ Cocina de un restaurante. Funciones

❷ Restaurante. Organización

La tendencia de sustituir los restaurantes convencionales por locales con una oferta gastronómica de gran calidad no solo afecta al diseño de los comedores, sino también a la planificación de las cocinas. En este caso juegan un papel importante las cocinas de tamaño pequeño y mediano. La explicación reproducida aquí se dirige en primer lugar a este nuevo tipo de establecimientos.

Sistema Gastronom (DIN 66075, EN 631).
Las medidas de los contenedores, mesas, estantes, aparatos, vajillas, así como elementos empotrados, están basadas en un módulo de 530 × 325 mm → pág. 193 ❹.

Función y organización de las cocinas de restaurantes → ❶ - ❷.
Desde el punto de vista de la capacidad, la cocina de un restaurante depende, en primer lugar, del n° de plazas para comer, de sus exigencias (calidad de los alimentos), de la proporción de alimentos frescos a manipular (respecto a los alimentos preparados) así como del n° de turnos a servir o del n° de comidas (frecuencia de uso).
En los restaurantes de comida rápida se cuenta con tres turnos por hora, en los restaurantes convencionales con dos turnos. En los restaurantes de especialidades y en los restaurantes de cenas, la estancia del cliente suele ser, por término medio, de 1,5-2 horas.

Parte proporcional de la superficie global necesaria → ❹.
En la tabla → ❸ se pueden establecer las superficies necesarias para cada uno de los ámbitos y unidades funcionales, diferenciadas según el tamaño de la cocina.
La anchura de los pasillos en almacenes, zonas de preparación y de producción depende de si son exclusivamente recorridos de circulación o si se superponen con zonas destinadas a otras actividades. Anchura mínima de los pasillos de trabajo: 0,9-1,2 m, de los pasillos auxiliares de circulación con superposición (parcial) de otras actividades: 1,5-1,8 m y de los pasillos de circulación principal (transporte y cruce de personas en sentido opuesto): 2,1-3,3 m. En las cocinas de restaurantes de tamaño mediano o pequeño basta que los pasillos tengan una anchura comprendida entre 1-1,5 m.

DIN 66075
EN 631

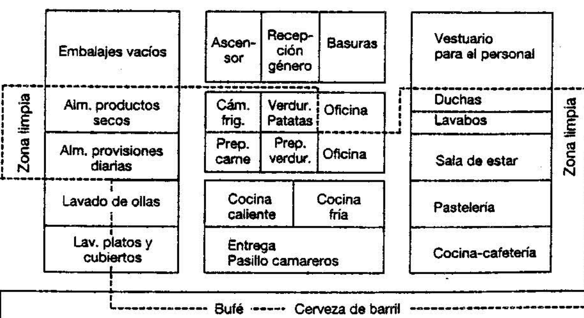
Los bares, *snack*-bares, pequeñas cafeterías —o restaurantes de especialidades con 40-60 plazas— pertenecen a los establecimientos más pequeños. Las unidades de tamaño medio (70-100 plazas) requieren, sin embargo, una cocina completamente equipada y cuidadosamente zonificada. Los grandes restaurantes (de comida rápida, grandes hoteles, etc.) alcanzan fácilmente un número mayor de plazas y, a menudo, cuentan con un sector de autoservicio integrado.

Plazas	80	120	200
Recepción de género	0,05 - 0,075	0,05 - 0,067	0,05 - 0,06
Envases	0,05 - 0,075	0,05 - 0,067	0,05 - 0,06
Desperdicios/molino	0,05 - 0,075	0,03 - 0,050	0,03 - 0,04
Suministro/eliminación	0,15 - 0,225	0,13 - 0,183	0,13 - 0,16
Cámara frigorífica carne	0,05 - 0,075	0,05 - 0,067	0,04 - 0,05
Cám. frig.. fruta/verduras	0,05 - 0,075	0,05 - 0,067	0,04 - 0,05
Cám. frig. productos lácteos	frigorífico	0,03 - 0,05	0,03 - 0,05
Cám. frig. cocina fría	frigorífico	frigorífico	0,02 - 0,03
Cámara frigorífica bebidas	frigorífico	frigorífico	0,05 - 0,07
Otras cámaras frigoríficas	0,05 - 0,075	0,05 - 0,067	0,06 - 0,08
Almacén refrigerado	0,15 - 0,225	0,183 - 0,25	0,24 - 0,32
Almacén productos secos	0,15 - 0,175	0,117 - 0,13	0,09 - 0,1
Almacén bebidas	0,075 - 0,1	0,1 - 0,117	0,08 - 0,1
Alm. prod. no alimenticios	0,075 - 0,1	0,067 - 0,083	0,07 - 0,08
Almacén refrigerado	0,3 - 0,375	0,283 - 0,33	0,24 - 0,28
Preparación verduras	0,075 - 0,1	0,067 - 0,083	0,04 - 0,05
Preparación carne	0,075 - 0,1	0,05 - 0,067	0,04 - 0,05
Preparación pescado/aves	0	0,03 - 0,05	0,03 - 0,04
Cocina en caliente	0,325 - 0,35	0,217 - 0,23	0,16 - 0,18
Cocina en frío	0	0,05 - 0,067	0,04 - 0,05
Pastelería	0	0	0,04 - 0,05
Fregadero cazuelas	0,05 - 0,075	0,05 - 0,067	0,03 - 0,04
Oficina encargado cocina	0	0	0,03 - 0,04
Electrodomésticos	0,525 - 0,625	0,47 - 0,567	0,41 - 0,5
Fregadero	0,1 - 0,125	0,1 - 0,117	0,09 - 0,1
Salida/zona de camareros	0,075 - 0,1	0,083 - 0,1	0,07 - 0,08
Fregadero/*office*	0,175 - 0,225	0,183 - 0,217	0,16 - 0,18
= Total	1,3 - 1,675	1,25 - 1,55	1,18 - 1,44

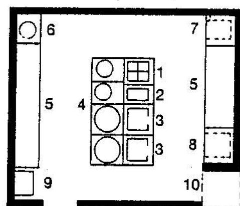
❸ Superficie necesaria para los diferentes ámbitos de una cocina (en m²/plaza)

Ámbito	Porcentaje en %
Recepción de género, incluido su control y almacenamiento de basuras	10
Almacenamiento en cámaras frigoríficas, neveras y congeladores	20
Almacén de provisiones diarias	
Cocina de ensaladas y verduras	2
Cocina fría, postres	8
Pastelería	8
Preparación de carne	2
Cocción	8
Lavado	10
Superficie de circulación	17
Salas para el personal y oficina	15
En total	100

❹ Bases dimensionales y superficie necesaria

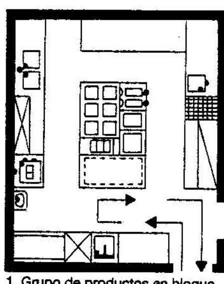


❺ Relaciones funcionales de los ámbitos de una cocina: clasificación de las áreas funcionales en zonas limpias y zona sucias (si se limpia o manipula verdura que contenga tierra, tiene que estar aparte de la zona sucia)



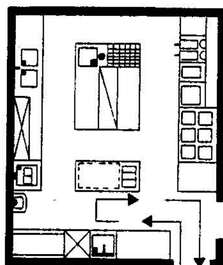
1 Fogones 2 Freidora
3 Sartenes 4 Marmita
5 Mesa de trabajo 6 Cacerolas
7 Horno asar dif. niv. 8 Convector
9 Lavamanos 10 Sup. auxiliar

❶ Organización básica de la cocina caliente → ❷ - ❸



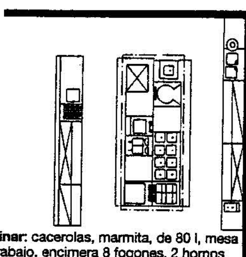
1. Grupo de productos en bloque

❷ Cocina para un restaurante de 60 a 100 plazas



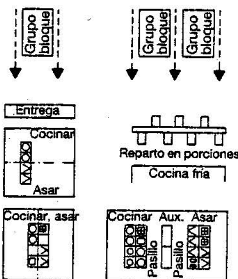
2. Grupo de producción lineal

❸ Cocina para un restaurante de 60 a 100 plazas

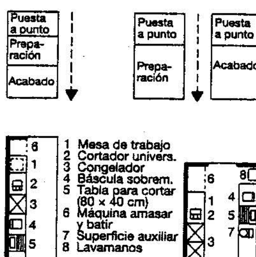


Cocinar: cacerolas, marmita, de 80 l, mesa de trabajo, encimera 8 fogones, 2 hornos asar, baño maría con armario calentador.
Asar: sartenes, mesa de trabajo, freidora doble, sartén de asado, horno aire caliente con mesa

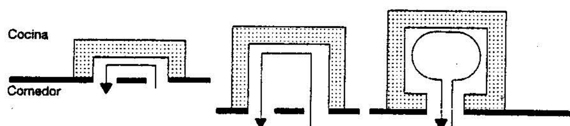
❹ Cocina de restaurante para 150 a 200 servicios



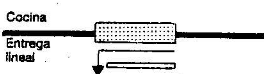
❺ Funciones y organización de una cocina caliente



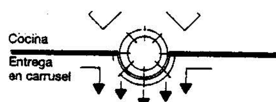
❻ Organización de una cocina fría



❼ Barra, pasillo para camareros



❽ Restaurante autoservicio



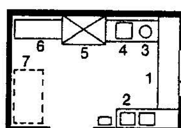
❾ Restaurante autoservicio



❿ Bufé libre

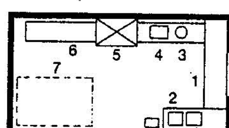


⓫ Restaurante autoservicio



1. Devolución, mesa de selección; 2. Lavado; 3. Prealmacenamiento; 4. Prelavado; 5. Lavaplatos; 6. Secado; 7. Sup. almacenam.

⓬ Zona de lavado de cubiertos; solución básica



1. Devolución, mesa de selección; 2. Lavado; 3. Prealmacenamiento; 4. Prelavado; 5. Lavaplatos; 6. Secado; 7. Sup. almacenam.

⓭ Zona de lavado de cubiertos; solución básica

Cocina caliente. Debido a sus funciones principales de cocinar y asar, contiene los siguientes aparatos: fogones (de dos a ocho), campana extractora, marmita, grupos de cocción rápida, aparato automático de cocción, olla de cocción a vapor, olla a presión, horno por convección, baño maría, horno para asar, placas de grill, sartenes, horno de asar por niveles, freidora, salamandra, horno microondas, aparato de descongelar, aparatos automáticos de asar, grandes aparatos automáticos solo en cocinas muy grandes. Lo mejor es disponer las superficies de trabajo y auxiliares entre los distintos aparatos y al final del bloque; cada vez se emplean más aparatos móviles que se adaptan mejor a los cambios de producción y se limpian mejor → ❶-❺

Cocina fría. Es preferible una disposición en paralelo a la cocina caliente, en dirección a la entrega (común) y la zona de pan. Equipo: nevera y/o armario frigorífico, diferentes máquinas para cortar (pan, embutidos, carne, queso), trituradora, báscula, tablas para cortar, ensaladera con armario inferior refrigerado, tostadora o salamandra, horno microondas, suficiente superficie auxiliar y de trabajo → ❻.

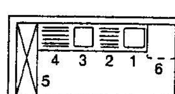
Entrega de alimentos desde la cocina a través de un mostrador o una barra entre la zona de preparación y el comedor. Suficiente superficie auxiliar, armario calentador con una placa calientaplatos, así como una zona refrigerada para alimentos fríos. Estantes para la cubertería y la vajilla. En los grandes establecimientos también se instalan expendedores de cestos, platos o boles.

Devolución de cubiertos y platos. Fundamentalmente se debe distinguir entre cubiertos y vajilla. Devolución de los cubiertos con servicio de camareros a través de una zona específica junto al mostrador de entrega → ⓬-⓯. En elementos individuales junto a fregaderos de uno o dos senos y escurridor; superficies auxiliares y estantes para el secado de ollas. En las cocinas pequeñas, evidentemente lavaplatos de capacidad y sistema de lavado diferentes. Elegir la disposición de las superficies auxiliares y mesas de trabajo, prever suficiente espacio para las cuberterías → ⓬-⓮.

Zona de personal. Se destina un 10-15 % de la superficie para oficinas y salas para el personal. Se necesita: vestuario, duchas y lavabos.

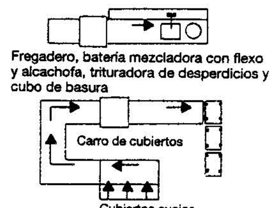
Para más de 10 empleados se necesita una sala de estar (normativas laborales). Es importante que estas salas y el vestuario estén cerca de la cocina para evitar que tengan que pasar a través de salas o pasillos sin calefacción (mayor riesgo de corriente de aire). Superficie vestuarios: ≥ 6 m², con protección visual y ventilación de 4-6 renovaciones de aire por hora; un armario con cerradura y bien ventilado por empleado. En los grandes establecimientos, armarios para guardar por separado la ropa de calle y la de trabajo. Las dimensiones mínimas de las duchas, lavabos y su equipamiento deben cumplir normativa. Otras directrices para los lavabos establecen una sup. por unidad (1 inodoro y 1 lavamanos) de 5-6 m², y para la zona de duchas, cada 5 empleados o empleadas, un lavamanos y una ducha, con una superficie aprox. de 5,5 m² por unidad.

Extracción e impulsión de aire. Las grandes cocinas deben estar equipadas de un sistema de impulsión y extracción mecánica. Extracción de aire en cada lugar de cocción; conducción a través de un sistema canalizado hasta el exterior. Ventilación con aire fresco (sin recirculación de aire). Cabe tener en cuenta la emisión de calor de los diferentes aparatos (la energía térmica emitida al entorno puede reducirse utilizando, p. ej., cocinas de inducción).

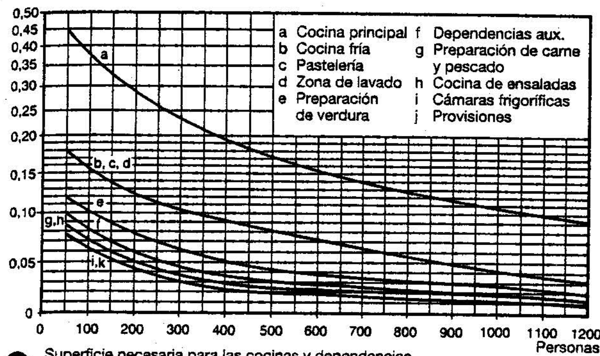


1 Lavado
2 Mesa de trabajo
3 Fregaplatos
4 Fregaplatos
5 Estantes
6 Superficie auxiliar 1 Lavado

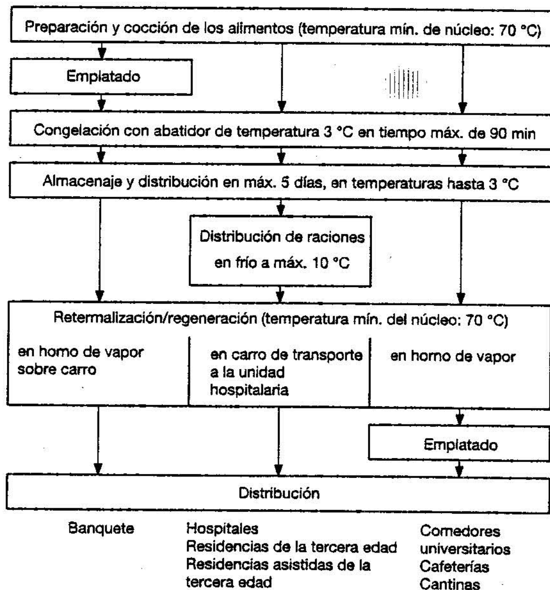
⓮ Zona de lavado de ollas; solución básica



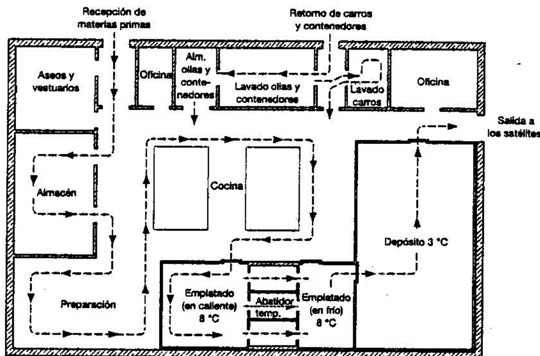
⓯ Funciones y elementos de la zona de lavado



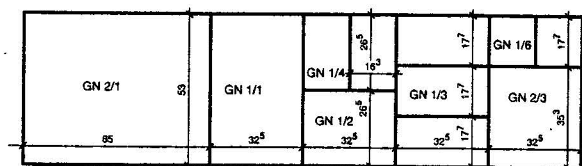
❶ Superficie necesaria para las cocinas y dependencias auxiliares en restaurantes y hoteles.
a-k = m² necesarios por persona en cada espacio



❷ Variantes Cook & Chill de distribución de raciones y emplatado para diferentes exigencias de reparto



❸ Planta esquemática de una cocina Cook & Chill con los flujos de producción
Dibujo: FDS Consulting H. Uelze



❹ Medidas del sistema Gastronorm (GN)

En el servicio de comidas colectivo para oficinas, hospitales y empresas hay que distribuir un gran número de raciones. Para la preparación tradicional de Cook & Serve era necesario dimensionar la cocina para las horas punta y también adaptar los horarios de trabajo del personal a los ciclos de servicio. Para emplear el personal y las cocinas de modo más homogéneo y eficaz se desarrolló el sistema **Cook & Chill** → ❷–❸.

En este sistema se elaboran los platos de modo convencional o se compran ya preparados, se precocinan, se refrigeran rápidamente y se conservan en frío. En caso de necesidad se termina la cocción (regenerar, retermalizar) de los alimentos emplatados inmediatamente antes de su consumo. Se trata, por tanto, de una disociación temporal de la producción del plato y su distribución. Gracias a la capacidad de conservación de los alimentos preparados, es posible aprovechar más la capacidad de las cocinas. Puede llegar a elaborarse el triple de raciones que en cocinas industriales convencionales. El mayor esfuerzo en la producción debido a cocción-refrigeración-retermalización debe contrastarse con las ventajas de la mejor ocupación de la cocina y la distribución de los platos.

La elaboración de los platos tiene lugar en una cocina que, además de los utensilios y aparatos convencionales de cocina, dispone de un abatidor de temperatura.

Uno de los puntos más importantes en este sistema son las exigencias en lo que se refiere a la higiene en la producción (comparable a la producción alimentaria industrial), por lo que hay que tener en cuenta obligatoriamente en el proyecto la separación estricta de zonas limpias y sucias → pág. 191 ❺.

Zonas sucias: recepción de materias primas, almacenes, cuartos de preparación, zona de lavado de vajilla, desperdicios y almacén para los productos de limpieza.

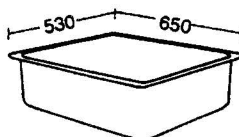
Zonas limpias: almacenes y preparación de productos precocinados, elaboración de los platos, refrigeración en el abatidor, distribución de raciones o emplatado y empaquetado, cámaras frigoríficas para los platos preparados y mostradores.

En la elaboración de los platos debe cuidarse que la temperatura del núcleo durante el proceso de cocción sea como mínimo de 70 °C y que la refrigeración a una temperatura de 3 °C directamente posterior tenga lugar en el plazo de 90 min.

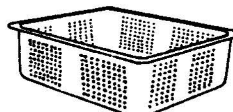
El almacenamiento de los platos también tiene que producirse a 3 °C. El emplatado en frío debería efectuarse a una temperatura ambiente de 12 °C y el transporte a los consumidores a 3 °C como máximo. En ningún caso debe interrumpirse la cadena de frío desde la recepción de materias primas hasta el punto de consumo, y debe cumplirse a rajatabla la normativa vigente de higiene.

Desde hace poco se imponen las denominadas cocinas de ensamblaje Cook & Chill, que son solo cocinas de emplatado que ensamblan alimentos individualmente. Una empresa de producción alimentaria fabrica todos los platos como producto Cook & Chill, de modo que se prescinde de gran parte de los almacenes y de toda la cocina de fritos y asados.

El proyecto debería encargarse a un proyectista experimentado, pues hay más criterios que deben considerarse, también en el ámbito de la higiene para los empleados de la cocina.

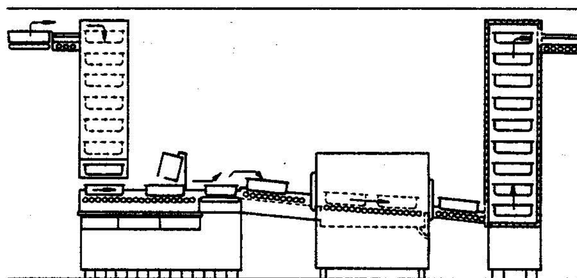


Sin perforaciones

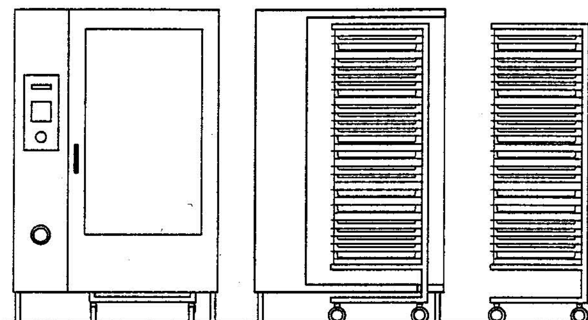


Con perforaciones

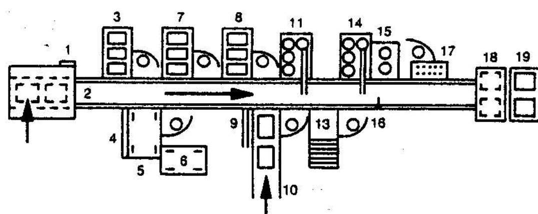
❺ Contenedores para transporte y cocción según medidas Gastronorm (GN)



❶ Transporte de contenedores según el sistema Contiport

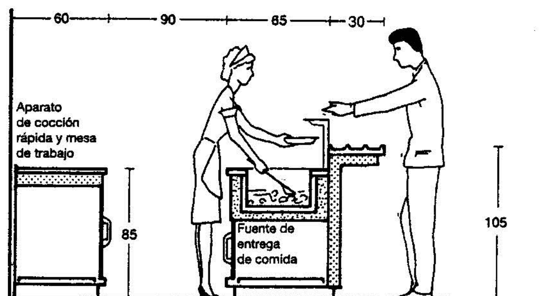


❷ Horno de vapor ***combi***, los platos se cocinan o se regeneran sobre bandejas



1 Expendedor automático de piezas de vajilla, apilador de bandejas, programador, placa calentadora (de platos), lector de tarjetas perforadas
2 Cinta transport. de platos
3 Carrito de distribución de patatas con indicador eléctrico
4 Tablero luminoso para postres y ensaladas
5 Carrito para postres
6 Carrito para ensaladas
7 Carrito expendedor de verduras con indicador eléctrico
8 Carrito expendedor de carne con indicador eléctrico
9 Tablero luminoso para dietas especiales
10 Cinta adicional para dietas especiales
11 Dosificador automático para platos de régimen
12 Expendedor de cubiertos
13 Expendedor de boles para sopa
14 Dosificador automático de sopas
15 Expendedor de placas calentadoras
16 Sellador automático para boles de sopa
17 Púlpito de control para el dietólogo
18 Apilador automático de bandejas
19 Carrito para transportar bandejas

❸ Instalación expendedora de comidas



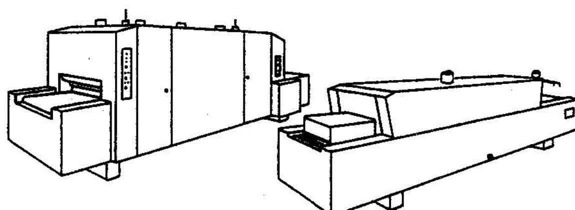
❻ Entrega de comidas en una cafetería

Transporte de contenedores → ❶ y de contenedores modulares en tamaños Gastronorm → pág. 193 ❹. Horno automático y cadena de cocción continua → ❹-❺. Sobre todo en la producción alimentaria industrial

Los **hornos de vapor *combi*** reúnen en un aparato los distintos modos de cocción (hornear al vapor y por convección, asar y regenerar. Puede medirse la temperatura del núcleo de los alimentos para la regulación de la cocción mediante ordenador). Energía: eléctrica o gas. Prever toma de agua. Para la producción Cook & Chill en el entorno inmediato de la sala de emplatado en frío o del abatidor/cámara de enfriamiento rápido. Grupo frigorífico para abatidor, a ser posible en cuarto contiguo (molestias de ruido y calor emitido). Entre la cámara de enfriamiento rápido y el almacén Cook & Chill, la sala de porcionado/emplatado en frío sirve para el control, la distribución de las raciones y la composición de los alimentos refrigerados.

Además de los sistemas de distribución con muebles bufé o *self* calientes y frío → ❸, ❻ y ❼, la producción Cook & Chill también se utiliza para la distribución en sistemas de preparación de platos frente al cliente (Show Cooking).

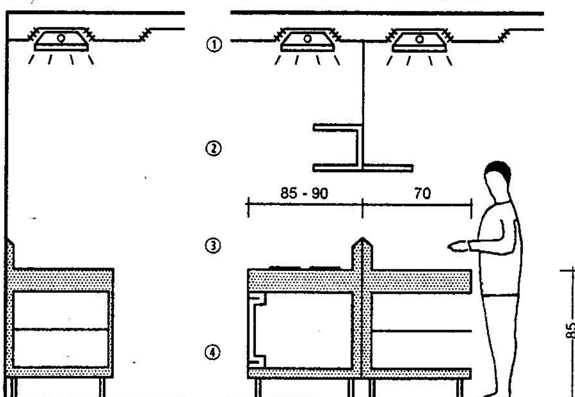
En hospitales y residencias, la distribución es por cinta de emplatado. La retermalización de platos puede hacerse mediante inducción, termocontacto o convección en carros (porta-bandejas) especiales. Dependiendo del sistema se necesita, p. ej., una vajilla especial o espacio para enchufar el carro caliente en la unidad de hospitalización. En todos los sistemas se disponen de carros refrigerados para garantizar que no se rompa la cadena de frío de los platos Cook & Chill, para mantener frescos alimentos fríos, como ensaladas o postres. Sobre todo en grandes hospitales con largos recorridos, se evita el largo mantenimiento a la temperatura deseada y el descenso de la temperatura del núcleo en la distribución a planta.



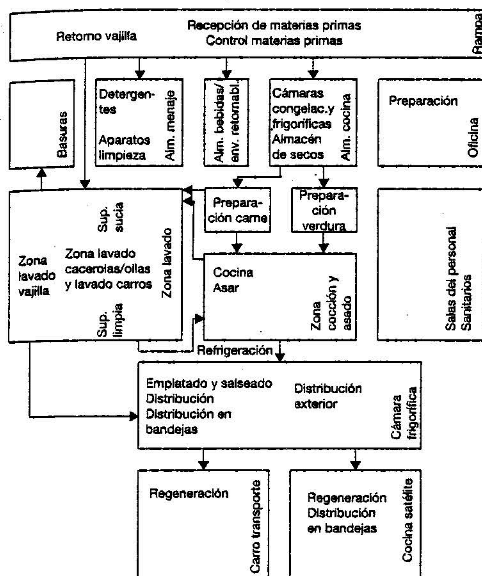
❹ Horno automático continuo para asados lentos

❺ Aparato automático de cocción continua

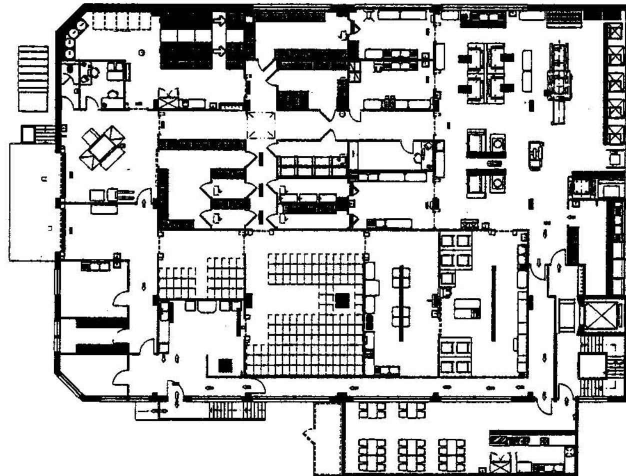
① Falso techo de ventilación
② Soporte para cazuelas + gratinadora salamandra
③ Superficie de trabajo/cocina
④ Módulo bajo encimera con frigorífico/congelador, horno o armario



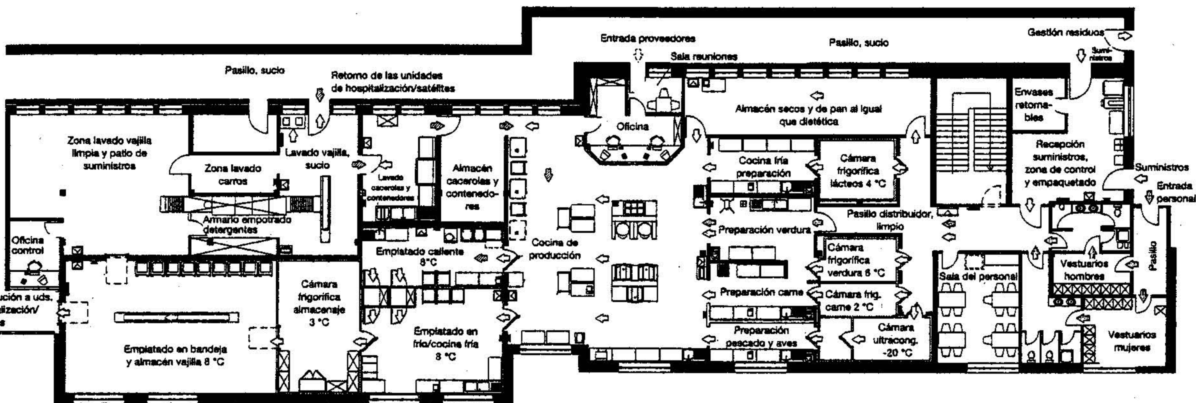
❼ Sección superficie trabajo



1 Esquema de funcionamiento de una cocina Cook & Chill

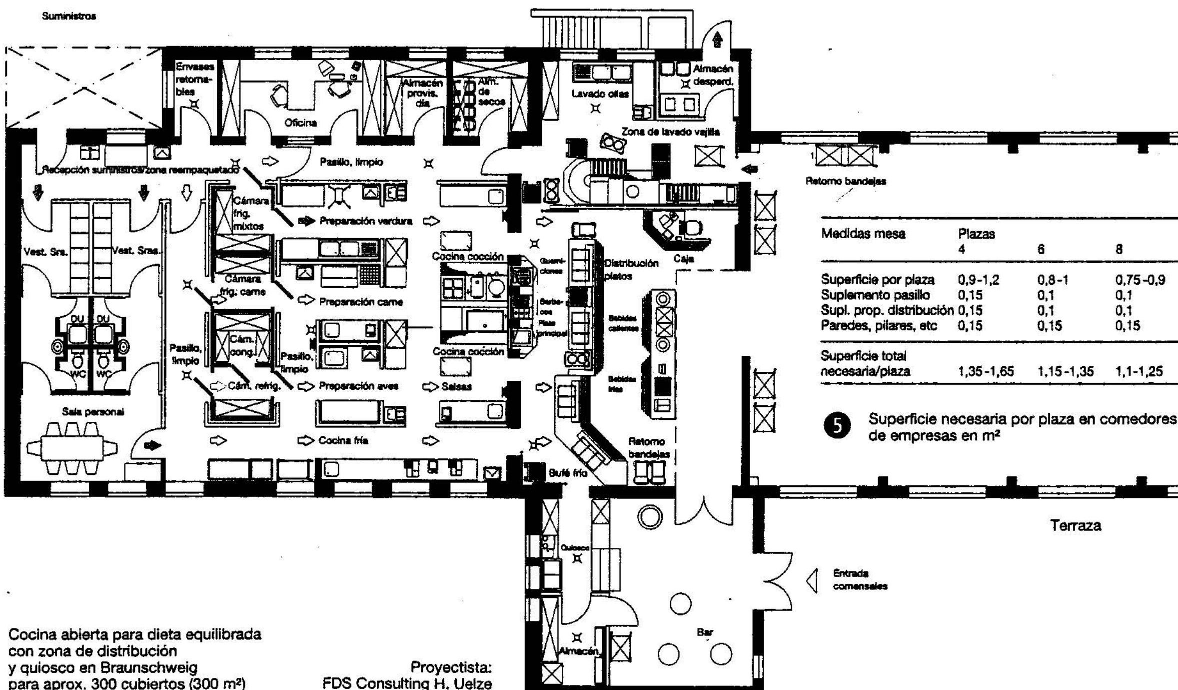


2 Gran cocina Cook & Chill en Lisboa (1.100 m²) para unos 30.000 cubiertos
Proyectista: FDS Consulting H. Uelze



3 Cocina Cook-Chill en un hospital

Proyectista: FDS Consulting H. Uelze



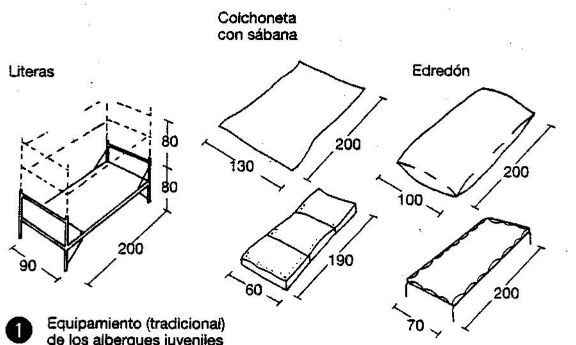
4 Cocina abierta para dieta equilibrada con zona de distribución y quiosco en Braunschweig para aprox. 300 cubiertos (300 m²)
Proyectista: FDS Consulting H. Uelze

Medidas mesa	Plazas 4	6	8
Superficie por plaza	0,9-1,2	0,8-1	0,75-0,9
Suplemento pasillo	0,15	0,1	0,1
Supl. prop. distribución	0,15	0,1	0,1
Paredes, pilares, etc	0,15	0,15	0,15
Superficie total necesaria/plaza	1,35-1,65	1,15-1,35	1,1-1,25

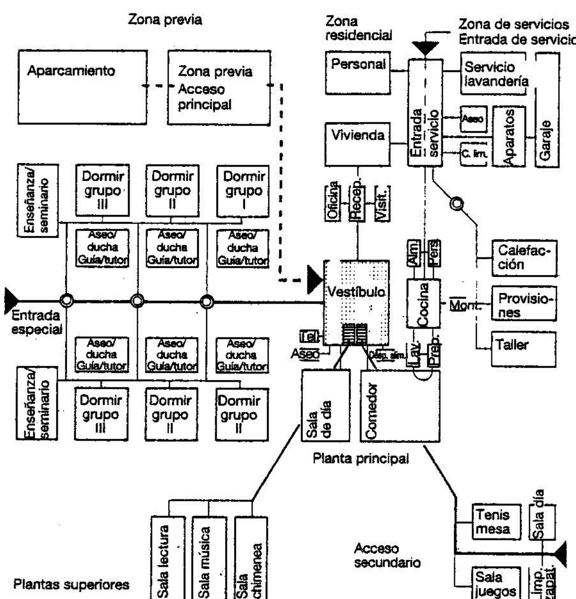
5 Superficie necesaria por plaza en comedores de empresas en m²

MBO

Directrices de la Asociación Alemana de Albergues Juveniles



❶ Equipamiento (tradicional) de los albergues juveniles



❷ Esquema funcional

ALBERGUES JUVENILES

NOTAS GENERALES PARA EL PROYECTO

Tradicionalmente los albergues juveniles han ofrecido alojamiento económico para grupos de jóvenes y escolares. Además, los servicios de un albergue moderno incluyen la celebración congresos, cursos, seminarios, formación para jóvenes y adultos, instalaciones de ocio, campamentos escolares, senderismo individual y en familia. En zonas rurales existen albergues infantiles (hasta 13 años de edad) y juveniles (de 13 a 17 años), y, en ciudades, hostales juveniles con ofertas turísticas y culturales. Los albergues tienden a cumplir los estándares de un hotel de tres estrellas → pág. 184 con capacidad para 120-160 camas.

Áreas funcionales

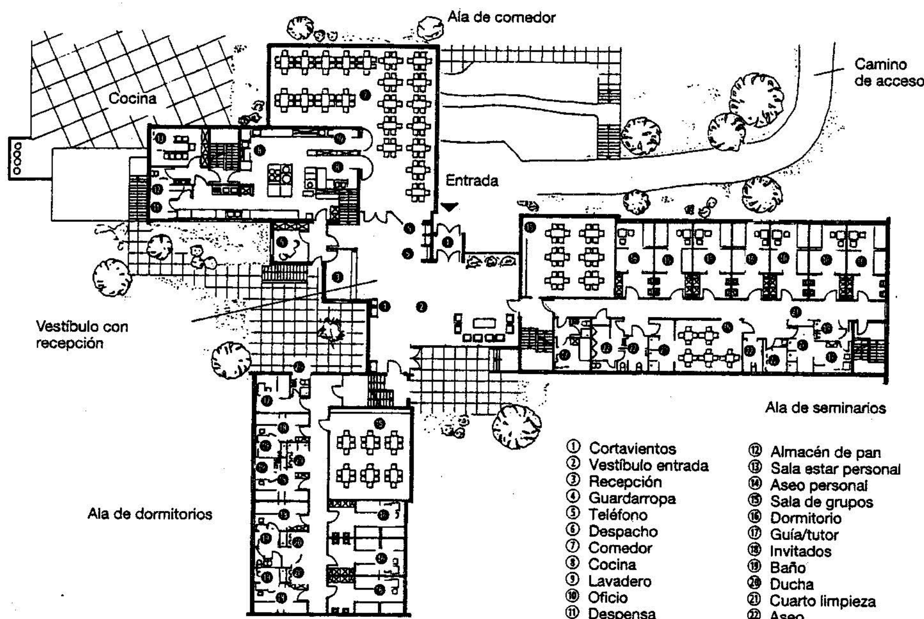
Salas de estancia y salas de actos, 1 sala por cada 20-25 camas. Varios comedores, superficies de circulación multifuncionales con esquinas diferenciadas, cafetería, sala de conferencias, comedores también utilizables como salas de actos, capacidad en función del número de camas, recepción y despacho para el director. En el exterior, zona de acampada (con acceso a lavabos), zona de juegos y deportes, aparcamiento para coches y autobuses. Zona interior con aislamiento acústico para tenis de mesa, taller de trabajos manuales y artes gráficas.

Dormitorios en el albergue ≥ 4-6 (máximo 8) camas con cuarto para el tutor (una cama, o sofá-cama); en las pensiones, dormitorios de 2-4 camas, dormitorio para el tutor, sencillo o doble, con mesa de trabajo, dormitorio familiar: 4-6 camas, tendencia a dormitorios separados para padres y niños. Chicos y chicas en dormitorios separados. Duchas y lavamanos en los dormitorios, aseo separado, accesible a discapacitados, consigna con cerradura a llave. Cuartos de limpieza en cada planta.

Zona de servicios, parecida a la de los hoteles de tres estrellas, cocina con expedición de porciones individuales o raciones para grupos, cuartos de instalaciones, cuarto de estar para el personal.

Zona de vivienda, para el director, varios dormitorios para los empleados de 12-15 m² de superficie.

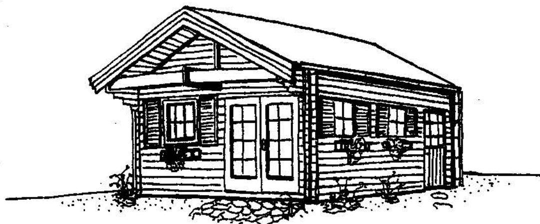
(Información: Deutscher Jugendherbergsverband Detmold)



❸ Albergue Hitzacker

Arq.: C. Schönwald

NOTAS GENERALES PARA EL PROYECTO

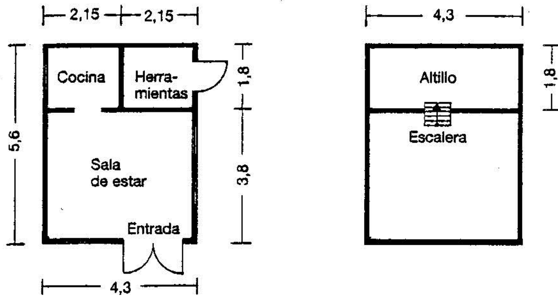


❶ Casa de madera con altillo para dormir

Las **casas de vacaciones** tienen un uso vacacional temporal por parte del propietario y también de huéspedes (en régimen de alquiler). Pueden ser casas aisladas en solares propios, en solares de otros edificios o en urbanizaciones, y están sujetas a las directrices de las Leyes Regionales Alemanas de Ordenación de la Edificación. **Segundas residencias**, se acogen a las Leyes Regionales Alemanas de Ordenación de la Edificación en lo que se refiere a la calidad de las estancias habitables, el aislamiento térmico, la protección contra el ruido y la seguridad contra incendios. Solo pueden construirse en terrenos propios, y están limitadas en el marco vigente de las Ordenanzas sobre terrenos de *camping* y casetas de fin de semana de los Estados federales alemanes a ciertas dimensiones (p. ej., superficie en planta máx. 40 m² [+ 10 m² terraza], altura máx. 3,5 m). El equipamiento de las casas de vacaciones de alquiler está regulado por la Asociación Alemana de Turismo, que otorga diferentes clasificaciones. Las casas de vacaciones deben tener una zona de estar, una cocina completa (en una pieza aparte), un baño con ducha, inodoro y lavabo y, como mínimo, una zona de dormitorio cerrada.

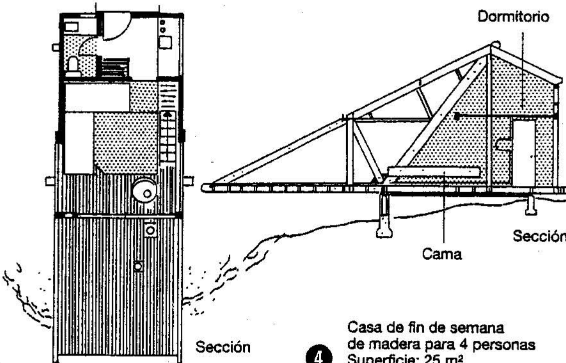
Campings y casetas de fin de semana, directrices de los Estados federales alemanes

Asociación Alemana de Turismo

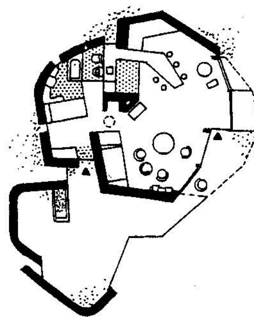


❷ Planta baja → ❶

❸ Planta primera → ❶

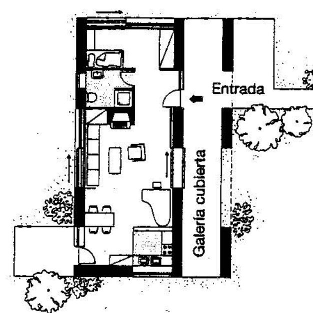


❹ Casa de fin de semana de madera para 4 personas
Superficie: 25 m²
Arq.: H. Lowett



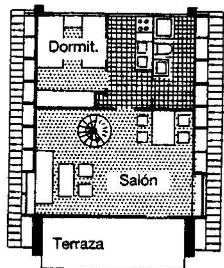
Arq.: Prof. Cosse

❺ Casa de vacaciones en Bélgica



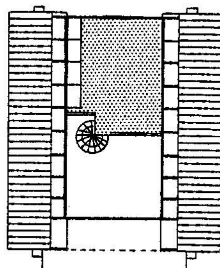
Arq.: Aris Konstantinidis

❻ Casa de vacaciones en Grecia

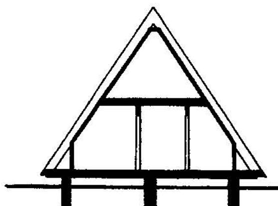


Arq. Immich/Erdenich

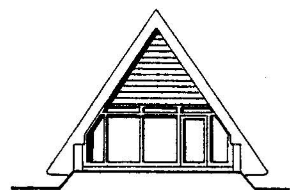
❼ Planta baja



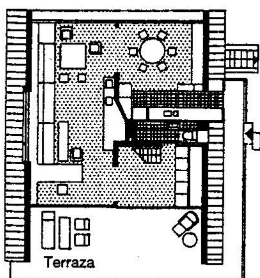
❽ Planta bajo cubierta → ❼



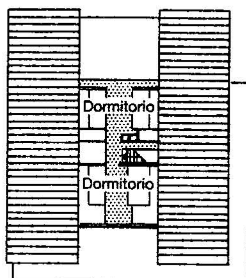
❾ Sección → ❼



❿ Alzado → ❼

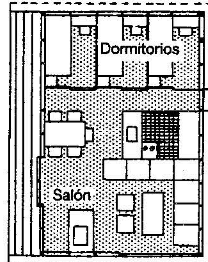


⓫ Casa de vacaciones en el Mar del Norte. Planta baja



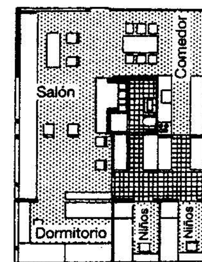
Arq.: Hagen

⓬ Planta superior → ⓫



Arq.: Solvsten

⓭ Casa de vacaciones



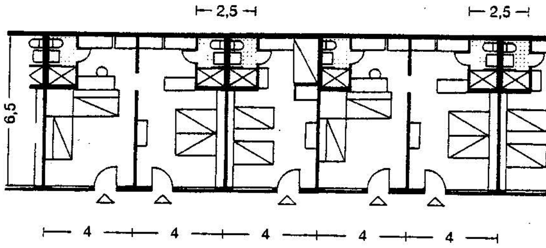
Arq.: Jensen

⓮ Casa de vacaciones en Bornholm (Alemania)

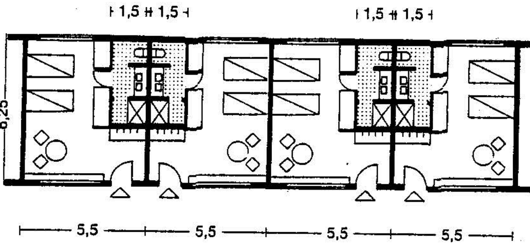
MOTELES

NOTAS GENERALES PARA EL PROYECTO

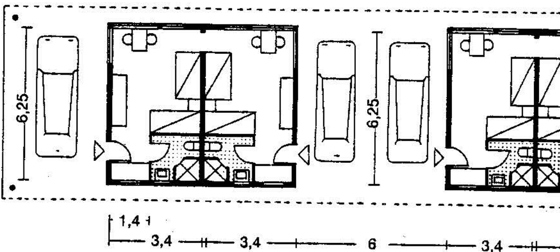
Los moteles ofrecen alojamientos económicos en viajes por carretera. Están ubicados en la periferia de las ciudades, junto a las autopistas o las carreteras de salida, cerca de destinos turísticos y de excursionismo. Es ventajoso tener cerca restaurantes, gasolinera y estación de servicio. A diferencia del hotel urbano, en la mayor parte de los casos los moteles son edificios extensos con acceso a ras de suelo → ❼. El **acceso en coche** conduce primero a la recepción (parada corta), después al aparcamiento o estacionamiento cubierto, situado cerca de la habitación (la salida se efectúa nuevamente por la recepción, con control y retorno de llaves). Dimensiones de las habitaciones: 4 × 4/5 × 5 m, con baño y tal vez minicocina → ❶ – ❻. Amueblamiento: económico y sencillo (el 90 % de los huéspedes solo pernoctan una noche). Salón común para huéspedes con mesas, radio, televisor, parques infantiles apartados para no molestar a personas que duermen.



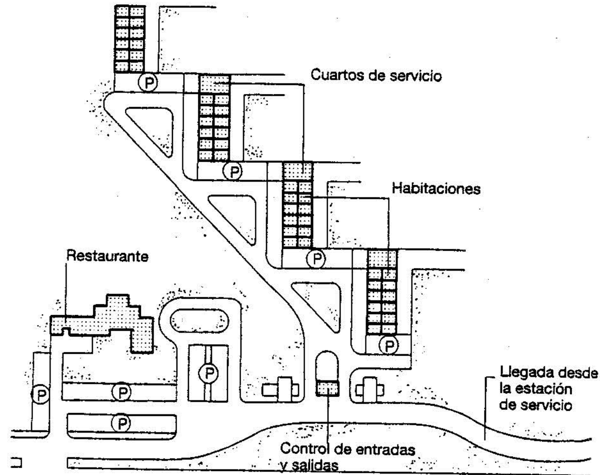
❶ Unidad de habitaciones iluminada solo por un lado. Diferentes posibilidades de amueblamiento — Arq.: Polivnick



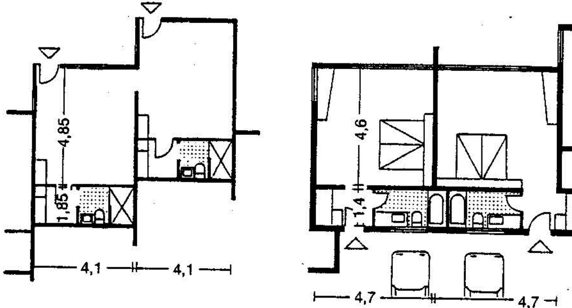
❷ Unidad de habitaciones iluminada por dos fachadas. Control más difícil del espacio — Arq.: Roberto



❸ Plazas de aparcamiento cubiertas entre las unidades de habitaciones. En grupos de 3 o 6 unidades — Arq.: Duncan

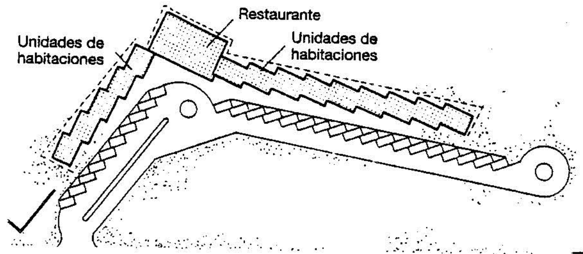


❼ Motel con aparcamiento colectivo para cada edificio y un restaurante como establecimiento independiente — Arq.: Fried

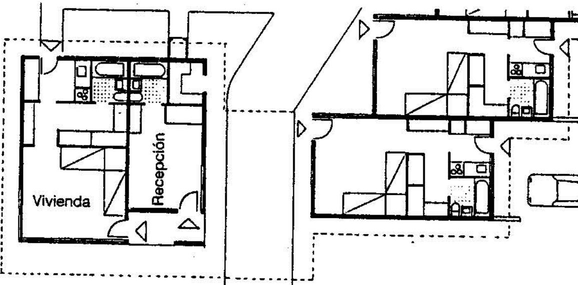


❹ Disposición escalonada, solo accesibles desde un lado — Arq.: Thompson

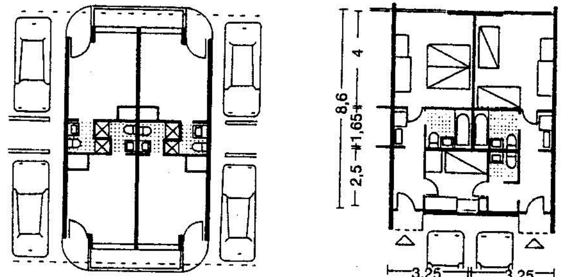
❺ Entrada y baño entre el aparcamiento y las habitaciones de clientes → aislamiento acústico — Arq.: Hornbostel



❽ Plano de situación de → ❺ con restaurante — Arq.: Hornbostel



❻ Disposición escalonada de las unidades de habitaciones, con recepción y vivienda del administrador — Arq.: Williams



❾ Grupo de 4 unidades de habitaciones — Arqs.: Tibbals, Crumley, Musson

❿ 2 habitaciones con posibilidad de añadir un dormitorio más

NOTAS GENERALES PARA EL PROYECTO

Los *campings* → ❼ sirven para acampar de forma legal y económica en tiendas de campaña → ❶ – ❸ o caravanas (caravanas remolque → ❹ – ❺ o autocaravanas → ❻). Un *camping* comprende **zonas de acampada en la naturaleza** en zonas turísticas, normalmente en lugares con paisaje atractivo (p. ej., zonas costeras), hasta las denominadas **zonas de pernocta para autocaravanas**, una alternativa económica al alojamiento en hoteles o moteles, ubicadas cerca de la ciudad y con buena comunicación a ella.

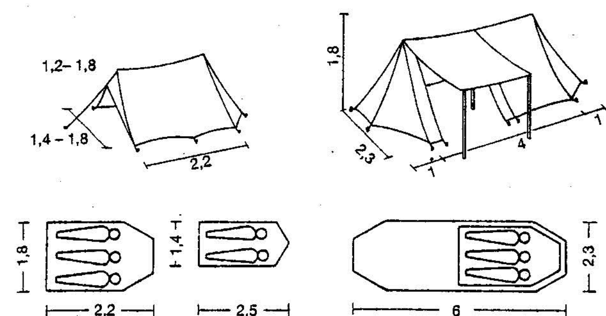
Las exigencias a las áreas de acampada se han fijado en la Ordenanza sobre terrenos de *camping* y casetas de fin de semana de los Estados federales alemanes (CWVO).

En general, requieren un acceso desde la vía público con control (barrera), recepción y administración, suficiente superficie para los coches que esperan, aparcamientos para visitantes y una red de caminos de acceso interna (transitable por los bomberos, ancho mín. 3 m). Las plazas para tiendas de campaña o caravanas se ubican en lugares separados. Cada autocaravana debe tener su propia parcela. Los tamaños de las parcelas son de 75 m² como mínimo (65 m² si las plazas para los coches están separadas), y se dividen por franjas cortafuegos (anchura 5 m) en sectores de 20 plazas. Dado el caso, se pueden disponer franjas cortafuegos en los linderos con terrenos vecinos.

CAMPING

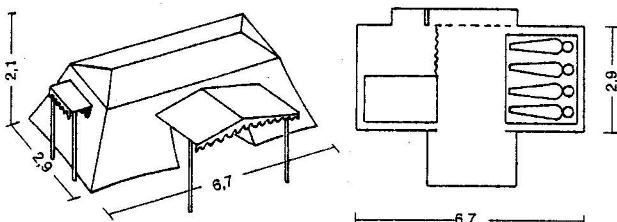
MBO

MBO
Ordenanza sobre terrenos de camping y casetas de fin de semana de los Estados federales alemanes (CWVO)

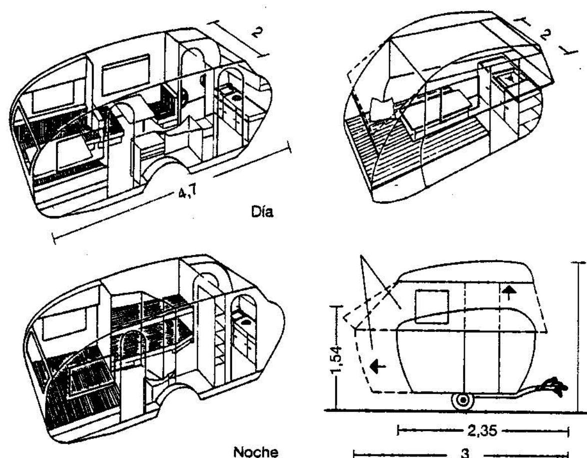


❶ Pequeña tienda con ábside

❷ Tienda de campaña mediana con tienda interior, 2 ábsides y marquesina

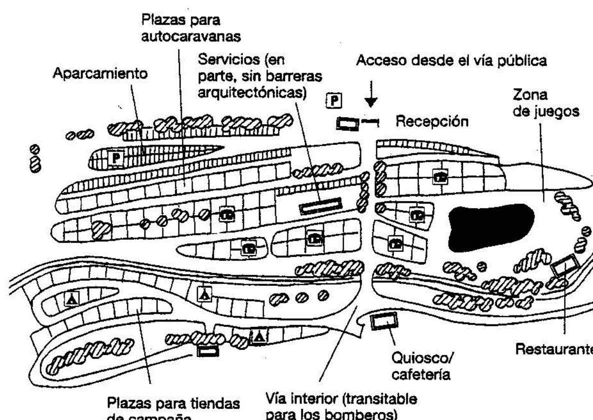


❸ Tienda de campaña grande con paredes laterales altas, tiendas interiores, marquesina y ventana



❹ Caravana con espacios para cocinar, sentarse, dormir y maletero

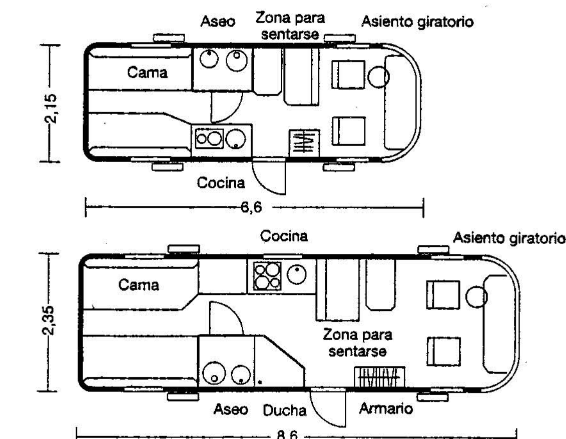
❺ Caravana remolque con espacios para cocinar, sentarse, dormir y maletero



❼ Ejemplo de *camping* con plazas para tiendas y autocaravanas

Instalaciones comunes de los *campings*

Tomas de agua potable (1 toma de agua/20 plazas, con acometida a la red de abastecimiento de agua pública), **conexiones eléctricas** (para autocaravanas y remolques grandes, con agua y vaciado aguas negras/grises y **conexión eléctrica** propias), **suministro agua bomberos y extintores** (1 extintor /40 plazas).
Servicios sanitarios: **aseos** (valor orientativo: una instalación por cada 100 plazas con 4 inodoros/2 urinarios/1 lavabo (hombres), 6 inodoros/1 lavabo (mujeres), 1 inodoro para silla de ruedas), **baños** (valor orientativo por cada 100 plazas: 3 duchas, 5 lavabos para hombres y otros tantos para mujeres, 1 ducha y 1 lavabo accesibles para silla de ruedas), **fregaderos para vajilla, lavaderos de ropa, vaciado de aguas grises y negras**, contenedores de basura suficientes y apropiadamente repartidos, teléfonos de emergencia, **quiosco, supermercado, bar o restaurante, posibilidades de recreo** (parque infantil, campos de juego, barbacoas, sala de recreo).



❻ Autocaravana con espacios para sentarse, camas y aseo

CENTROS DE EDUCACIÓN INFANTIL/ GUARDERÍAS

ACCESO Y TIPOLOGÍAS

En el proyecto de instalaciones para niños deben considerarse las necesidades y las medidas de los niños. En Alemania no existen normas ni directrices para la edificación de centros de educación infantil, y rigen las directrices de los Estados federales y las Leyes Regionales de Ordenación de la Edificación. Se recomienda proyectar sin barreras arquitectónicas según las normas de accesibilidad DIN 18024 y DIN 18025.

Centro de educación infantil

El concepto del centro de educación infantil abarca las formas de guardería, jardín de infancia, comedor escolar, etc. El centro de educación infantil está organizado de manera que se atienda grupos mixtos de niños que están todo el día y otros que están medio día.

Guardería

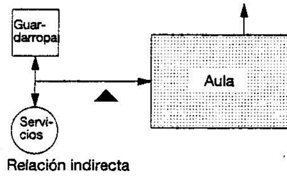
Instalación para el cuidado de niños pequeños, desde bebés hasta los tres años de edad. Por lo general, el grupo consta de unos 10 niños.

Jardín de infancia

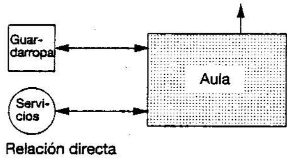
Instalación para el cuidado de niños a partir de los tres años hasta el comienzo de la educación escolar obligatoria. A veces cuentan con instalaciones para comer y dormir la siesta. Por lo general, el grupo consta de unos 20 niños.

Comedor escolar/ayuda a los deberes escolares

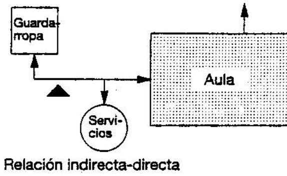
Instalación para la atención de niños en edad escolar hasta los 14 años. Existe la posibilidad de comer tras las clases y recibir ayuda para hacer los deberes. Los comedores escolares están a menudo unidos a jardines de infancia. Por lo general, el grupo consta de unos 20 niños.



Relación indirecta

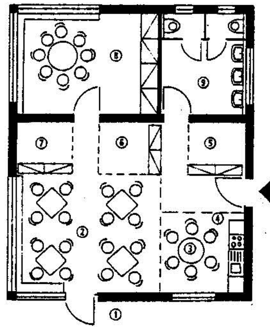


Relación directa



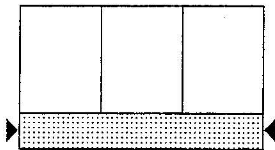
Relación indirecta-directa

1 Relaciones funcionales entre el aula, el guardarropa y los servicios

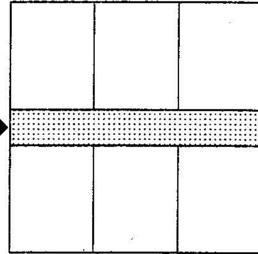


① Terraza
② Sala de estar 45-48 m²
③ Zona desayuno
④ Cocina
⑤ Entrada 4 m²
⑥ Esquina de juegos (patinaje) 4 m²
⑦ Esquina de juegos (construcción) 4 m²
⑧ Aula 18 m²
⑨ Lavabo/aseo

2 Jardín de infancia/planta tipo
Arq.: Franken/Kreft



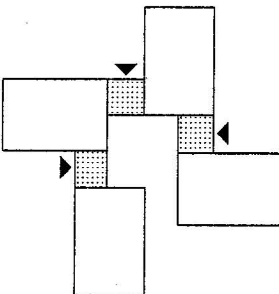
3 Tipologías de acceso para centros de educación infantil: a un solo lado del pasillo



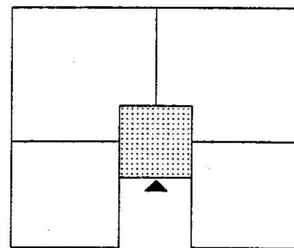
4 A ambos lados del pasillo

Edad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Altura [cm]	75	85	94	101	108,5	115	121,5	127	131,5	137	143	148
Altura ojos [cm]	64	74	83	91	96	103	108	113	117	122	127	131
Alcance [cm]	30	36	42	48	52	57	61	64	66	69	72	75

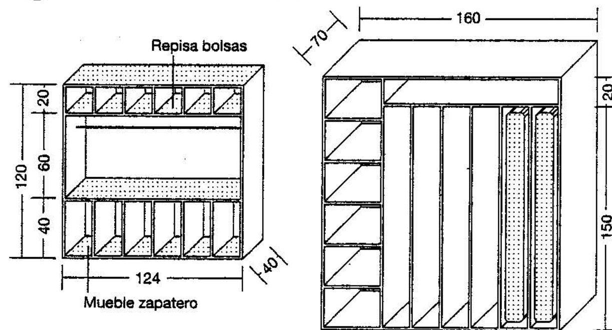
5 Medidas orientativas de niños [01]



6 Desde el vestíbulo

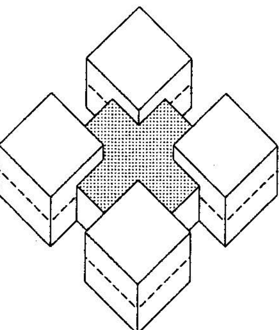


7 Desde el patio

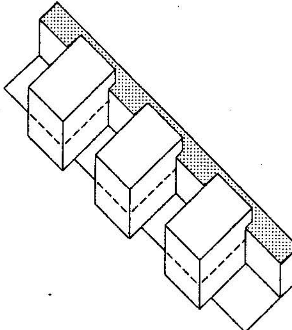


8 Armario guardarropas para seis niños

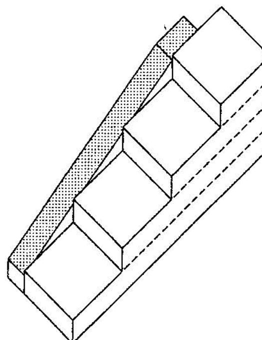
9 Armario para guardar colchonetas infantiles (tamaño: 140/70 y 120/60)



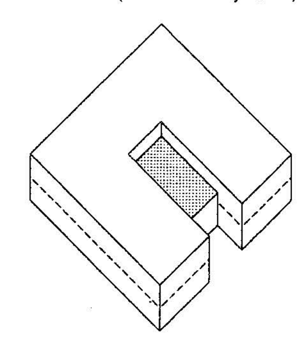
10 Tipología conjunto de pabellones agrupados



11 Tipología conjunto de pabellones en hilera



12 Tipología complejo apilado



13 Tipología complejo compacto

Estado federal alemán	Sala grupal: superficie mínima por niño
Baden-Württemberg	2,2 m²
Baviera	2 m²
Berlín	4,5 m²
Brandenburgo	2,5 m²
Bremen	2,5 m²
Hamburgo	2 m²
Hesse	1,5 m²
Mecklemburgo-Antepomerania	2,5 m²
Baja Sajonia	2 m²
Renania del Norte-Westfalia	sin exigencias
Renania-Palatinado	Para cada niño debe haber espacio suficiente para que pueda girar en torno a sí (con los brazos estirados) sin tocar en ningún lado
Sarre	2 m²
Sajonia	2,5 m²
Sajonia-Anhalt	2,5 m²
Schleswig-Holstein	2,5 m²
Turingia	2,5 m²

❶ Exigencias de superficies mínimas por niño de las salas grupales de los diferentes Estados federales alemanes [01]

Altura sugerida para	Lavabo	Altura de asiento del inodoro
Guardería	aprox. cada 5 niños	
Sala de sanitarios	1 unidad 45-60 cm	1 unidad 25-30 cm
Escuela infantil	aprox. cada 10 niños	
niñas niños	1-2 unidades 1-2 unidades 65-70 cm	1 unidad 1 unidad 30-35 cm

❷ Valores de referencia de alturas para lavabos e inodoros

Estado federal alemán	Espacios exteriores: superficie mínima por niño
Baden-Württemberg	sin exigencias
Baviera	suficientemente grande
Berlín	sin exigencias
Brandenburgo	sin exigencias
Bremen	sin exigencias
Hamburgo	sin exigencias
Hesse	6 m²
Mecklemburgo-Antepomerania	2,5 m²
Baja Sajonia	grupal 200 m², o 10 m² por niño
Renania del Norte-Westfalia	sin exigencias
Renania-Palatinado	sin exigencias
Sarre	mínimo 5 m²
Sajonia	10 m²
Sajonia-Anhalt	sin exigencias
Schleswig-Holstein	mínimo 300 m², o 10 m² por niño
Turingia	10 m²

❸ Exigencias de superficie mínimas de espacios exteriores por niño en los diferentes Estados federales alemanes [01]

CENTROS DE EDUCACIÓN INFANTIL/ GUARDERÍAS

ESPACIOS INTERIORES Y EXTERIORES

Sala grupal
Es el salón de estar principal de un centro de educación infantil. Tamaño aprox. 2,5 m² por niño → ❶.
Siempre que sea posible, crear diferentes zonas → pág. 189 → ❷ y proyectar un segundo nivel y rellanos (semiabiertos para juegos, cuevas acogedoras cerradas). En plataformas de juego situadas hasta 1,5 m sobre el nivel del suelo deben disponerse barandillas de una altura mín. de 70 cm, y en aquellas con una altura superior a 1,5 m, las barandillas deben tener una altura mín. de 1 m. La conexión del salón grupal con los aseos debe ser corta y, a ser posible, comunicada directamente con el exterior y orientada al sur.
Las **salas de descanso o dormitorios** no siempre son necesarios. Generalmente, para la siesta se utilizan colchones o colchonetas que se reparten por el salón grupal y se guardan en un armario → pág. 189 → ❾.

Cocina
Según las líneas pedagógicas del centro, la cocina puede tener un valor y un emplazamiento variable. Por ejemplo, como cocina central para todos los grupos de niños o como un mueble de cocina en una sala grupal. Es recomendable disponer diferentes alturas de suelo para que adultos y niños cocinen juntos.

Comedor
Normalmente, la sala grupal hace las veces también de comedor. También puede utilizarse un pasillo ancho o un vestíbulo en el acceso como espacio para la comunicación durante la comida.

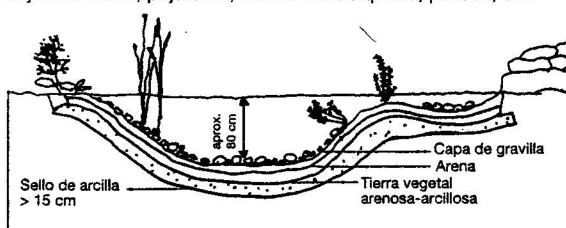
Escaleras
En centros de educación infantil, los peldaños no deben superar los 16 cm de altura y la huella debe tener 30-32 cm.

Espacios libres
Para la proyección de espacios libres y/o espacios exteriores en centros infantiles rigen las normas DIN EN 1176 "Equipamiento de las áreas de juego", DIN EN 1177, "Revestimientos de las superficies de las áreas de juego que absorben impactos", y DIN 18034, "Áreas de juegos y espacios libres para el juego".
Las superficies de juegos en exteriores deben realizarse de la forma más variada posible:

Paisaje de montículos
El terreno se modela a través de movimientos de tierra, agregando y sacando tierra. En la obra gruesa se utilizan palas mecánicas y luego se modelan de forma manual. En los montículos pueden plantarse arbustos, cercos vivos, flores y tréboles de diferentes alturas.

Montículos de compost
Pueden ser el núcleo de un jardín biológico, el lugar para almacenar la basura orgánica en un jardín infantil (debe estar en semisombra).

Árboles
Los árboles sirven para escalar por ellos, dar sombra, obtener frutos y como elemento de aprendizaje. Además pueden realizarse huertas, cajas de arena, pajareras, muros de tabiquería, prados, etc.



❹ Estanque con impermeabilización de arcilla para un espacio exterior en un centro infantil

Estanque
Superficie mínima de 6 m² y profundidad de 80 cm, para evitar la falta de oxígeno del agua. Por seguridad, sobre la superficie de agua debe colocarse una red de malla gruesa tensada o una malla electrosoldada de acero situada 10 cm bajo la superficie del agua.

Educación investigación

CENTROS DE EDUCACIÓN INFANTIL/ GUARDERÍAS

Acceso y tipologías
Espacios interiores y exteriores

DIN EN 1176
DIN EN 1177
DIN 18034

DIN EN 1176
DIN EN 1177
DIN 18034

PARQUES INFANTILES

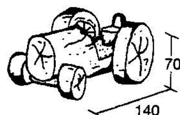
ÁREAS DE JUEGOS

Las superficies de juego deben tener formas variadas y ser flexibles y transformables, al tiempo que deben satisfacer las necesidades de los niños. Deben quedar resguardadas del tráfico, no producir emisiones, estar suficientemente soleadas y el nivel freático debe ser bajo. El material utilizado normalmente es la madera (por ejemplo, alerce europeo, robinia). Las superficies de este material pueden protegerse con lasurados de cera natural. Debe evitarse la humedad permanente de los elementos de madera, por ello, se suelen utilizar pies de acero galvanizado en los apoyos del suelo.

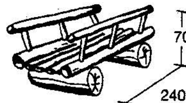
En una urbanización residencial, las superficies de juego deben actuar como puntos de orientación y estar conectadas con las viviendas y otros espacios mediante una red de caminos. No deben trasladarse a los perímetros, sino que deben proyectarse conectados con otros sistemas de comunicación. Los valores para la planificación de zonas de juegos se componen de diferentes datos: grupo de edad, superficie útil por habitante (m²/hab.), tamaño de la zona de juegos y distancia a la vivienda.

Grupo de edad	m²/hab.	Accesibilidad máxima distancia en m	en minutos
0-6	0,6	hasta 200 y a la vista	2
6-12	0,5	hasta 400	5
12-18	0,9	hasta 1.000	15

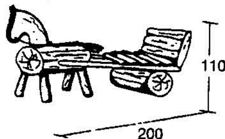
A la hora de construir edificios de viviendas, los parques infantiles privados al aire libre deben disponerse como equipamiento privado para niños de hasta 6 años, de 6-12 años y para adultos. Es obligatorio preverlos en edificios residenciales de más de tres viviendas. Los principios para el dimensionado de parques infantiles públicos pueden extraerse de la DIN 18304. Deben preverse 5 m² de superficie de juego por vivienda, con una superficie mínima para juegos de 40 m². Debe evitarse que las superficies de juegos al aire libre estén situadas frente a calles, aparcamientos, líneas de tren y corrientes de agua o pozos de más de un metro de profundidad.



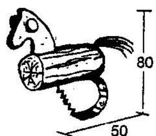
1 Coche



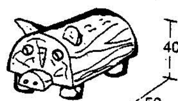
2 Remolque → 1



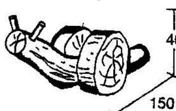
3 Caballo con carro



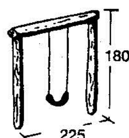
4 Caballito



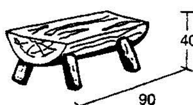
5 Cerdito



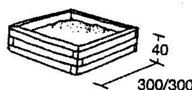
6 Caracol



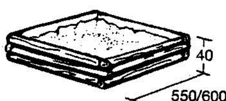
7 Columpio



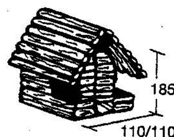
8 Caja de arena (tablas planas)



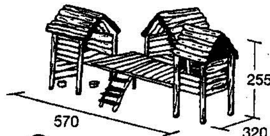
9 Caja de arena (tablas planas)



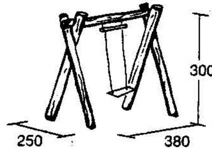
10 Caja de arena (troncos redondos)



11 Casita de madera

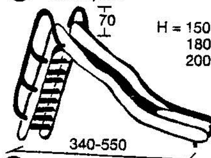


12 Conjunto de casitas

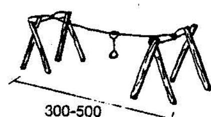


300
250
450

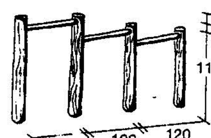
13 Columpios



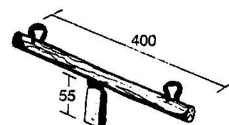
14 Tobogán



15 Funicular



16 Barra escalonada

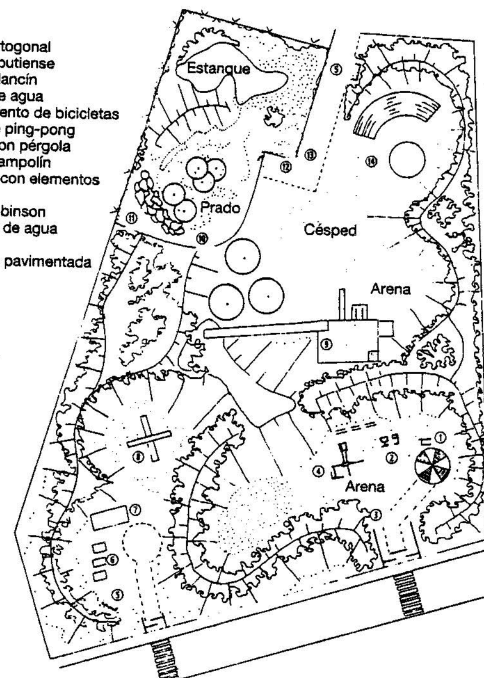


17 Balancín

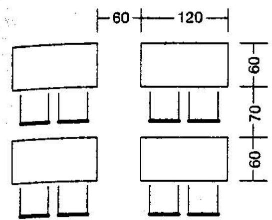


18 Tobogán y estructura para trepar

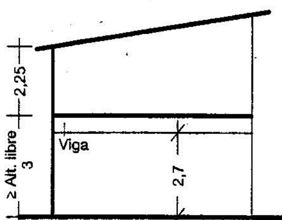
Leyenda
① Casita octogonal
② Fuerte liliputiense
③ Patos-balancín
④ Juegos de agua
⑤ Aparcamiento de bicicletas
⑥ Mesas de ping-pong
⑦ Bancos con pérgola
⑧ Puente-trampolín
⑨ Fortaleza con elementos móviles
⑩ Isla de Robinson
⑪ Manantial de agua
⑫ Molinete
⑬ Superficie pavimentada
⑭ Anfiteatro



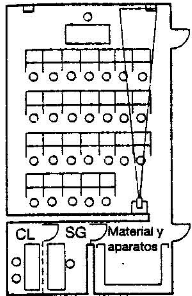
19 Parque infantil Karnacksweg



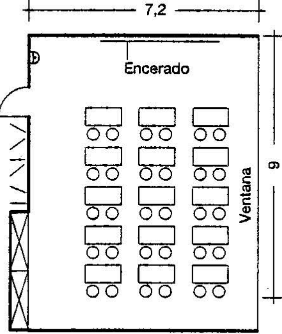
❶ Medidas mínimas para el orden de pupitres en aulas regulares [02]



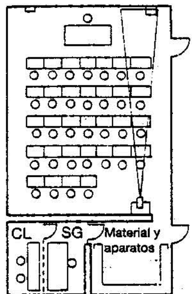
❷ Altura de las aulas



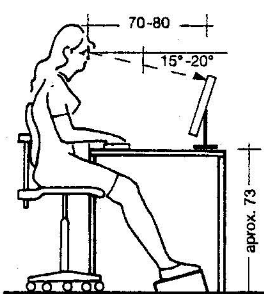
❸ Laboratorios HEG (= hablar, escuchar y grabar), CL= cabina de locución, SG = sala de grabación



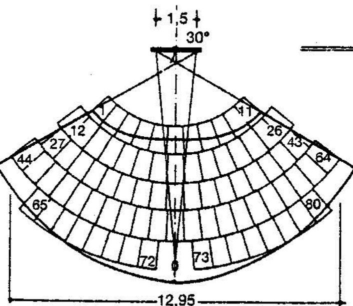
❹ Profundidad máxima de aulas con iluminación por un solo lado

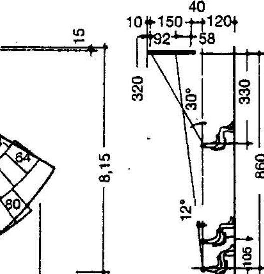


❺ Laboratorio de idiomas
Laboratorio EH (= escuchar y hablar)



❻ Puesto de trabajo con monitor





❼ Distribución de una sala para la proyección de películas, diapositivas y retroproyector para 80 alumnos ≥ 10 años

Parámetros de diseño

Los principios para el desarrollo del programa de escuelas son las normativas relativas a los centros escolares de cada lugar y el desarrollo de los programas arquitectónicos. La DIN 58125 trata de construcción de escuelas y la DIN 18024 de construcción apta para discapacitados.

Espacio general de enseñanza

Lo componen aulas normales, aulas para cursos especiales, aulas de idiomas y ciencias sociales, laboratorios de idiomas, salas de materiales didácticos, mapas y otras salas anexas. Las materias de clases generales son idiomas, ciencias, matemáticas, religión, ciencias sociales y políticas, así como materias electivas y de apoyo.

Salas grupales

En escuelas primarias y especiales deben distribuirse de forma que pueda accederse a cada una de las salas desde dos aulas. Las salas multiuso pueden ubicarse en otras zonas.

Número de plantas

Varía entre 3-4 plantas, mientras que en las escuelas para discapacitados físicos y psíquicos deben tener 1-2 plantas.

Dimensiones de las aulas

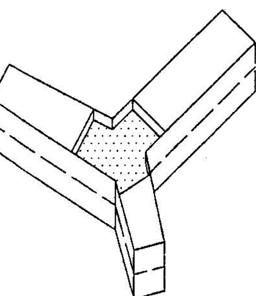
La cantidad máxima de alumnos por aula es de 32.
Según las normativas, para calcular el tamaño del aula → ❶ deben considerarse pupitres de dos plazas. En el caso de tener ventanas por un solo lado, la profundidad máxima del aula será de 7,2 m. Para poder disponer los muebles de forma libre u orientada, deben procurarse proyectar aulas con iluminación por dos lados. La distancia entre el encerado y el último asiento de un alumno no debe sobrepasar los 9 m → ❹. Valores generales: superficie ≤ 1,8-2 m²/alumno; volumen de aire ≤ 5-6 m³/alumno. La altura libre de aulas (mínimo 3 m) no debe reducirse más de 0,3 m por el paso de elementos constructivos aislados → ❷.

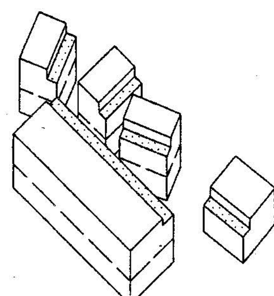
Laboratorio de idiomas → ❸ - ❺

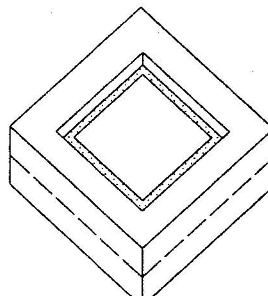
Deben situarse en la zona de aulas o cerca de la mediateca/biblioteca. Valores generales: puestos de trabajo de laboratorio para aprox. 30 personas por cada 1.000 alumnos; tamaño total de HEG y EH aprox. de 80 m²; cabinas de laboratorios de idiomas aprox. de 1 × 2 m, cantidad de puestos por laboratorio 24-30 m², esto significa 40-60 m² contando superficies anexas; laboratorio HEG → ❸: 23 espacios de trabajo como cabinas, aprox. 65 m² (aprox. 2,8 m²/puesto) incluyendo superficies anexas, aprox. 95 m².
Laboratorio EH → ❺: 33 puestos de trabajo en forma de pupitres, aprox. 65 m² (aprox. 2 m²/puesto), con superficies anexas aprox. 95 m². Superficies anexas: estudio, sala de grabación, archivo para cintas de profesores y alumnos. Laboratorios de idiomas pueden situarse también en zonas interiores de edificios con iluminación artificial e instalaciones de ventilación.

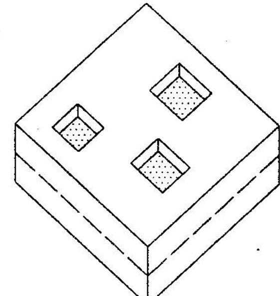
Sala de ordenadores

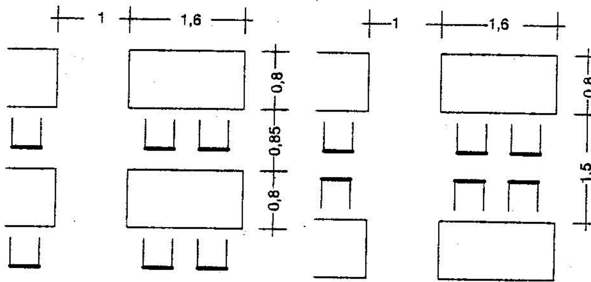
Debe orientarse hacia el norte y no estar situados en planta baja [02]. Los puestos de trabajo de informática serán ejecutados según las normativas para puestos de trabajo con pantallas de visualización. Por ello, se debe disponer el canto superior del monitor a la altura del ojo, de modo que la cabeza esté inclinada 15-20° → ❻.


❽ Acceso central


❾ Pabellones agrupados

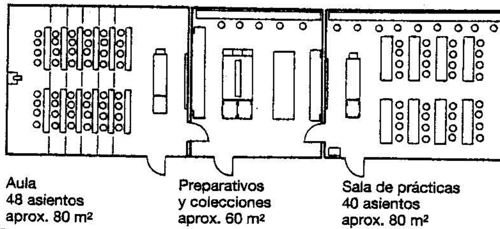

❿ Construcción compacta con patio central de acceso


⓫ Construcción compacta con patios de luz

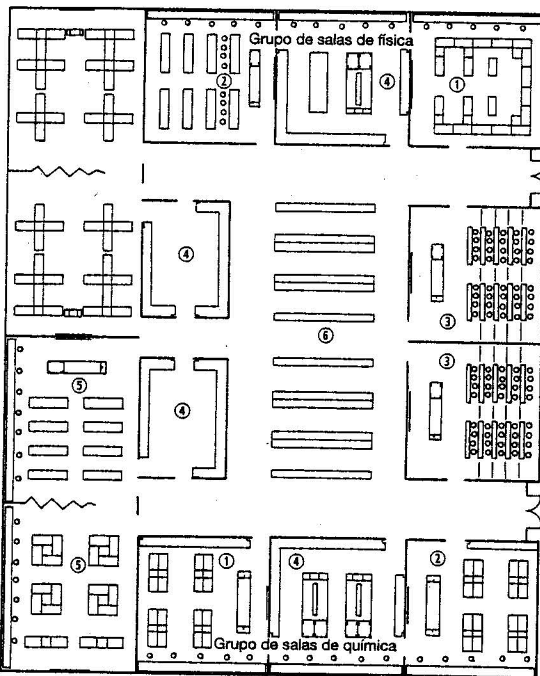


❶ Medidas mínimas para la colocación de filas de pupitres en las aulas

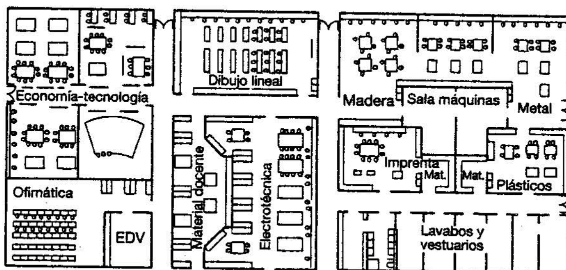
❷ Medidas mínimas para la colocación de pupitres enfrentados espalda con espalda en salas de prácticas



❸ Salas y zonas para la enseñanza de ciencias



❹ Zona de ciencias, aproximadamente 400 asientos y 1.400 m²



❺ Zonas para economía, tecnología, ofimática, dibujo lineal y trabajos manuales, en conjunto, aproximadamente 350 plazas y 1.600 m²

La **zona de enseñanza de ciencias naturales** comprende salas de docencia, de prácticas, de preparación y colecciones, estudio de fotografía y revelado. Aulas de biología, física y química, aprox. 2,5 m²/plaza. Para conferencias y demostraciones, aprox. 4,5 m²/plaza para realizar prácticas, incluidas las superficies auxiliares necesarias, salas de demostraciones y prácticas para diferentes combinaciones de asignaturas o asignaturas sueltas:

Ciencias naturales, química y biología, física, aprox. 70-80 m² → ❸.

Sala de conferencias y demostraciones para las asignaturas de física, biología y, en su caso, química, aprox. 60 m², con asientos fijos y escalonados; con acceso independiente para los profesores.

Sala de prácticas para ejercicios escolares y trabajos en grupo, para biología y física o también para prácticas multidisciplinares; es conveniente que pueda dividirse; tamaño aprox. de la sala: 80 m².

Salas de preparativos, colecciones y material para las correspondientes combinaciones de asignaturas o asignaturas sueltas: en conjunto unos 30-40 m², o mejor unos 70 m², según el tamaño de la escuela y la sección de ciencias. Se pueden construir salas interiores iluminadas con luz artificial.

Sala de música y arte

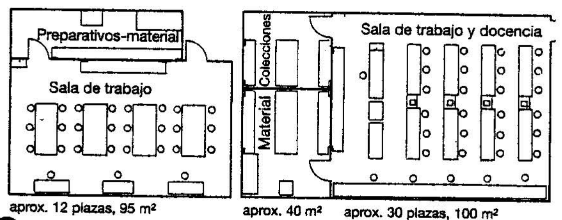
Salas de dibujo: deben disponer de una iluminación natural homogénea, en lo posible orientada hacia el norte. En el caso de salas de música, debe evitarse molestar al resto de aulas distribuyéndolas de modo adecuado y equipadas de aislamiento acústico adecuado.

Salas de enseñanza técnica

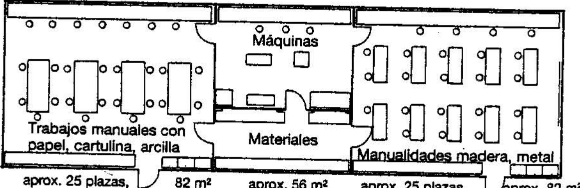
Los talleres deben situarse de modo que el ruido que generan no molesten al resto de las aulas. La zona de trabajo debe ordenarse de acuerdo a las distintas técnicas (madera, papel, metal, plástico) y, en lo posible, estar ubicada en planta baja.

Laboratorio fotográfico

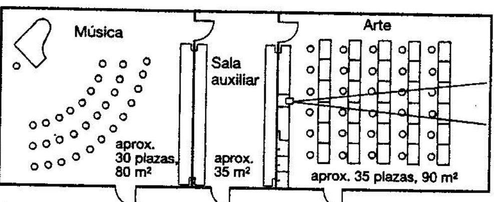
Cuarto oscuro para positivado (mesa de ampliaciones para 2-3 alumnos en combinación con los trabajos húmedos), laboratorio de negativos (revelado de películas) y cuarto para la carga de películas. Orientación hacia el norte y condiciones climáticas constantes. Para grupos de trabajo de 6-14 alumnos se necesitan mínimo 3-4 m² por puesto de trabajo.



❻ Salas y zonas para economía, tecnología, música y arte



❼ Zonas tecnológicas



❽ Música y arte

ÁREAS COMUNES Y DE INFORMACIÓN

① Sala polivalente
② Auditorio
③ Oficina
④ Catálogo central
⑤ Diarios, revistas
⑥ Trabajos en grupos
⑦ Trabajo individual
⑧ Cabinas con máquinas de escribir
⑨ Información, préstamo
⑩ Sala de conferencias
⑪ Estudio audiovisual
⑫ Almacén
⑬ Biblioteca de consulta
⑭ Fotocopiadora
⑮ Guardarr., taquillas



❶ Ejemplos de biblioteca escolar/mediateca



❷ Ejemplos de biblioteca escolar/mediateca

Biblioteca, mediateca y equipamiento central

Tarea: centro informativo para enseñanza, reciclaje y tiempo libre. Usuarios: alumnos, profesores y usuarios de fuera de la escuela. Una biblioteca comprende salas de lectura convencionales para alumnos y para profesores, incluido el servicio de préstamo, puestos de lectura y trabajo, así como el correspondiente depósito de libros y revistas. La mediateca consiste en la ampliación de la biblioteca con posibilidades de grabación y reproducción (*hardware*) para radio, películas, casetes y magnetófonos, es decir, material audiovisual y el correspondiente *software*.

Necesidades de superficies: en conjunto biblioteca/mediateca: 0,35-0,55 m²/alumno; en detalle: préstamo y devolución de libros, por puesto de trabajo: aprox. 5 m², incluida la superficie destinada a catalogación: aprox. 20-40 m².

Asesoramiento: bibliotecario, pedagogo especializado en medios de comunicación, técnico en medios de comunicación, por colaborador: aprox. 10-20 m². Almacenaje compacto de libros en depósitos de 1.000 libros, considerando unos 20-30 volúmenes/m de estante, se necesitan aprox. 4 m²/1.000 vols. Estantes de consulta libre, incluida la superficie de movimiento, consulta y catálogos por cada 1.000 libros de bibliografía especializada u obras de consulta: aprox. 20-40 m². Zona de trabajo general por cada 1.000 libros de consulta para aprox. 5 % de los alumnos/profesores: 25 m², sin embargo se debe considerar un mínimo de 30 puestos de trabajo para cada 2 m²: 60 m². Por cada archivo de consulta: aprox. 2,5-3 m². Sala de trabajos en grupo 8-10 personas aprox. 20 m² → ❶ - ❷.

Cocinas y cuartos auxiliares

Tamaño y equipamiento en función del tipo de manutención, alimentos servidos y devolución de cubiertos para alumnos jóvenes, eventualmente sistema de servir por grupos de mesas (porciones repartidas por el profesor); si no, autoservicio (por cinta transportadora, montaplatos, mostrador, cafetería autoservicio, torno, etc.). Capacidad: desde 5-15 comidas/minuto o 250-1.000 comidas/h en función del personal destinado. Superficie necesaria del sistema de suministro aprox. 40-60 m². Comedor en función del número de alumnos, al menos 1,2-1,4 m² por alumno. Estructurar las grandes superficies en salas individuales. A partir de 40 plazas de comedor (aprox.), prever un lavamanos en el ámbito de la entrada → ❸ - ❹.

Educación Investigación

ESCUELAS

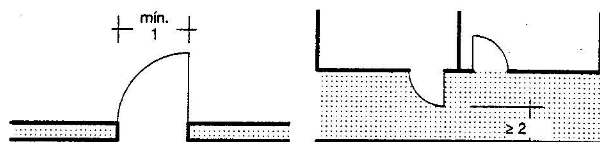
Aulas generales
Aulas de usos especiales
Áreas comunes y de información
Aseos y servicios higienicosanitarios, áreas de recreo y accesos
Disposición y agrupación de las aulas
Programa tipo
Ejemplos



❸ Esquema de relaciones en una cocina escolar

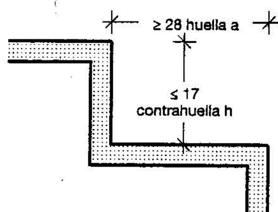


❹ Suministro de alimentos, suministro de platos y cubiertos, y comedor

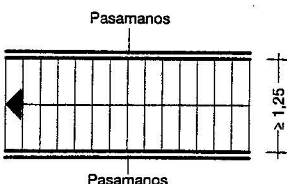


❶ Puertas [03]

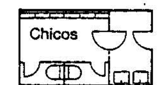
❷ Pasillos, ancho de evacuación mínimo [03]



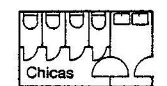
❸ Pendiente de escaleras



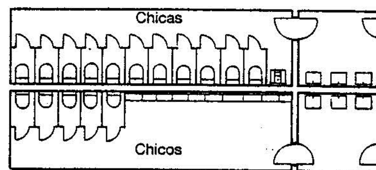
❹ Escalera en itinerario de evacuación según normativa de construcción de escuelas



❺ Lavabos de clase, p. ej., para unos 100 chicos, aprox. 15 m²



❻ p. ej., para unas 100 chicas, aprox. 15 m²

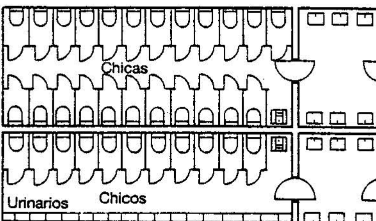


❼ Lavabos para recreos, p. ej., para unas 250 chicas aprox. 40 m²; para unos 250 chicos aprox. 40 m²



❽ Lavabo de profesores, p. ej., para unos 30 prof., aprox. 15 m²

❾ Para unas 20 profesoras, aprox. 10 m²



❿ P. ej., lavabo para unas 500 chicas, aprox. 65 m²; para unos 500 chicos aprox. 40 m². Las instalaciones de mayor tamaño se han de descentralizar.

Número de usuarios	Inodoro	Urinario
40 chicos	1	2
20 chicas	1	-
15 profesores	1	1
10 profesoras	1	-

⓫ Cantidad de sanitarios [02]

Vías de circulación y de evacuación

Las comunicaciones verticales y horizontales sirven, por lo general, de vías de evacuación. La anchura libre de los recorridos de evacuación es de 1 m/150 personas como mínimo, y en pasillos que sirven a aulas de 2 m mínimo. Para menos de 180 personas, el ancho será de 1,25 m. Las escaleras que sirven a aulas deben medir 1,25 m de anchura; el resto de vías de evacuación, 1 m. El recorrido máximo permitido para un recorrido de evacuación es de 30 m medido hasta la mitad de la sala. En línea recta, de 25 m medidos desde la puerta de la escalera hasta el último puesto de trabajo en la sala. La capacidad de la escalera dependerá de la cantidad de usuarios y la menor ocupación de media. Anchura de la escalera: 0,8 m por cada 100 personas (mínimo 1,25 m, pero no más ancho que 2,5 m).

Puertas → ❶

Pueden abrirse hacia el interior y hacia el exterior. Aquellas que abren hacia el exterior no deben poner en peligro a alumnos y alumnas, y pueden sobresalir en la vía de escape como máximo 20 cm → ❷. Puertas de salas con más de 40 alumnos o con peligro de incendio más elevado (salas de química, talleres) deben abrir en la dirección de escape (DIN 58125).

Escaleras, rampas → ❸ - ❹ (DIN 58125)

La relación de pendiente de una escalera debe ejecutarse con la medida de paso 2 contrahuella + huella = 59-65 cm. Rampas ≤ 6 % de pendiente.

Guardarropas

Equipamiento de guardarropa debe preverse fuera del aula.

Espacios para recreo

Como valor general para espacios de recreo cerrados rige el valor 0,4-0,5 m²/alumno, y deben proyectarse de modo que puedan ser utilizados para eventos de los alumnos. Los comedores y las salas multiuso pueden ser utilizadas como superficies para los recreos. En caso de conexiones cubiertas entre el edificio escolar y el gimnasio, estas pueden diseñarse como espacio para pausas o como superficie deportiva cubierta [02].

Zonas sociales

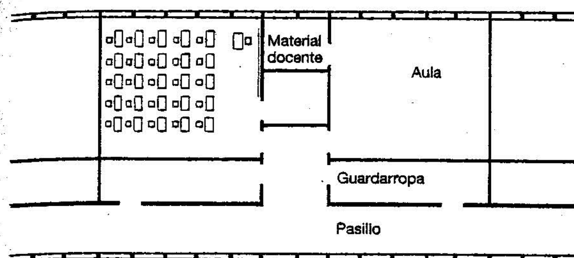
En cada escuela grande debe disponerse un espacio social para celebraciones, que puede conseguirse juntando temporalmente distintas salas o distintas circulaciones. La construcción de un aula magna dependerá de las normativa local aplicable.

Aseos → ❺ - ⓬

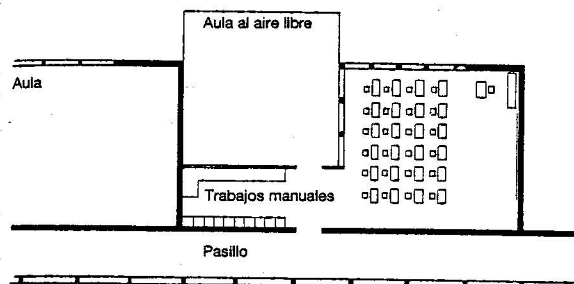
Número de inodoros, urinarios y lavabos según la cantidad de alumnos, separados por sexo según normativa alemana → ⓫. Por cada inodoro en el aseo de chicos y por cada dos en el de chicas debe disponerse de un lavamanos. Los aseos deben tener iluminación directa y ventilación. Los accesos para chicos y chicas deben estar separados.

Concepto	Composición	Separación niños/niñas	Situación	Uso	Otros
Aseo de aula	aseo con vestíbulo	no	cerca del aula	durante la clase	según el caso, para preescolares o guardería, 2 inodoros y vestíbulo
Aseo comunitario para las aulas	servicios sanitarios	sí	accesible desde pasillo o sala de recreo	varias aulas durante las clases	cada aula sin inodoro propio debe tener uno a una distancia máx. de 40 m o una escalera
Aseo para el recreo	servicios sanitarios	sí	accesible desde patio o sala de recreo	para las clases durante el recreo	servicios sanitarios en la planta baja, no interiores, acceso desde las zonas de recreo
Aseo de profesores	servicios sanitarios	separación por sexos	cerca de la sala de profesores o de la administración	durante el recreo	en su caso, unidos al guardarropa de profesores

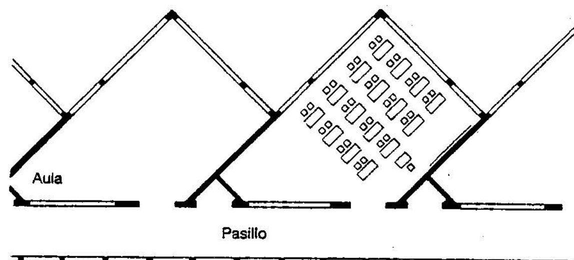
⓬ Servicios sanitarios



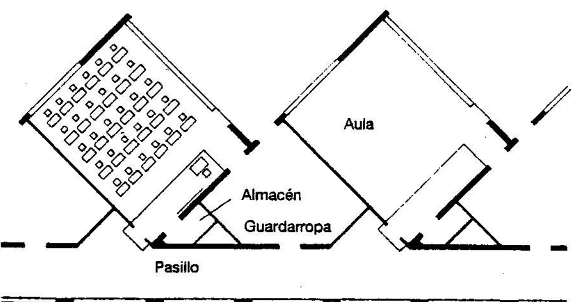
1 Aulas iluminadas y ventiladas por ambos lados por encima del guardarropa y el pasillo. Vestíbulo para cada dos aulas y cuarto auxiliar para cada una de ellas.
Arqs.: Yorke, Rosenberg, Mardall



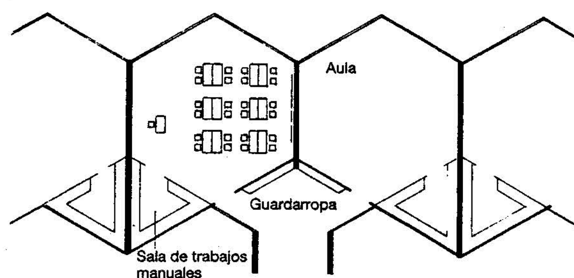
2 Agrupamiento de aula, aula al aire libre y espacio para trabajos manuales; propuesta tipológica
Arq.: Neutra



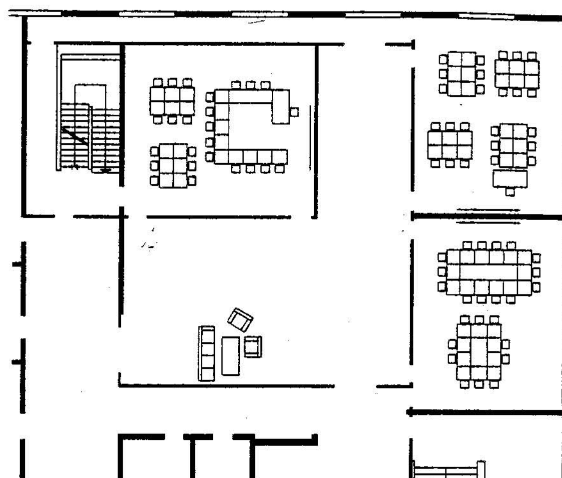
3 Planta en forma de dientes de sierra, peligro de molestias mutuas
Arq.: Carbonara



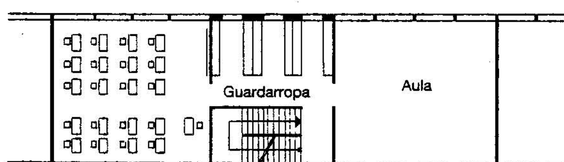
4 Aulas con iluminación adicional a través de ventanas altas en la cara posterior, sin visión desde el aula contigua. El ensanchamiento del pasillo delante de cada aula se destina a guardarropa y almacén
Arq.: Carbonara



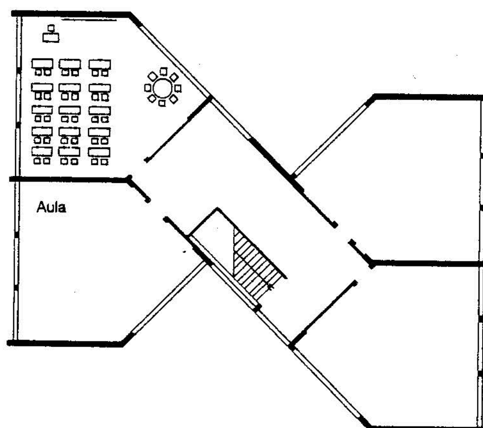
5 Aulas de forma hexagonal con salas triangulares para trabajos manuales
Arq.: Brechbühlen



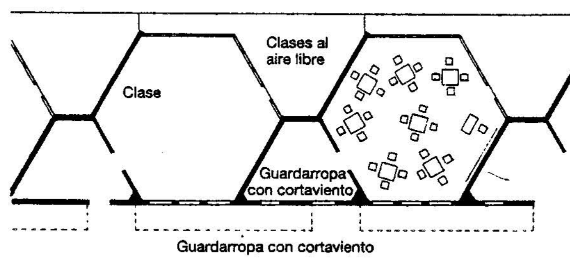
6 Agrupación de distintas aulas iluminadas por un solo lado



7 Una escalera por cada dos aulas, iluminación por los dos lados todas las aulas
Arq.: Schuster



8 Cuatro aulas por planta con iluminación por dos lados, ampliación lateral para clases de grupo
Arqs.: Haefeli, Moser, Steiger

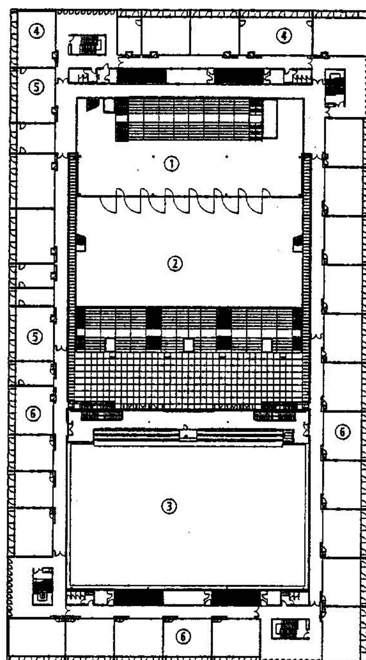


9 Aulas hexagonales sin pasillo, accesibles directamente desde el guardarropa o cortavientos
Arqs.: Gottwald, Weber

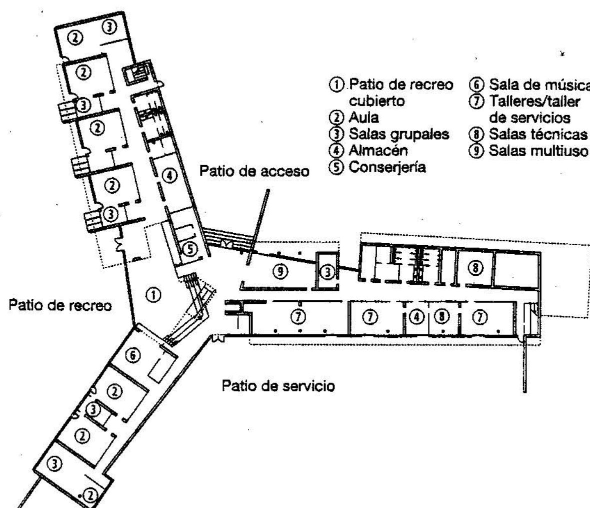
PROGRAMA TIPO PARA ESCUELAS PRIMARIAS ALEMANAS (CURSOS 1°-4°)

			1 nave 4 clases 120 alumnos		2 naves 8 clases 240 alumnos	
	Puestos	**m²/sala**	**Cantidad**	**m²**	**Cantidad**	**m²**
Aulas generales				**326-490**		**592-748**
Salas de clases	24-32	50-66	4	200-264	8	400-528
Salas grupales	12-18	36-50			2	72-100
Salas multiuso	32	72	1	90	1	72
		18-36	1	18	1	24
Salas de material didáctico		18-36	1	18	1	24
Salas especializadas						**96**
Talleres	16	72				
Salas anexas		24			1	72
Sala de música	32	72			1	24
Biblioteca/mediateca				**60**		**72**
Administración				**36**		**102**
Despacho del director		12-18				
Secretariado		18-24				
Sala de profesores		24-50		36		60
Enfermería		18			1	1
Sala de padres y madres		12			1	12
Sala de conserjería		12			1	12
Superficies comunes				**92**		**92**
Entrega de platos		24	1	24	1	24
Comedor/sala multiuso			1	50	1	50
Sala anexa		18-24	1	18	1	18
Superficies de servicio				**24**		**66**
Taller de conserjería		18			1	18
Cuarto de limpieza		12			1	12
Trasteros			1	24	1	36
Vivienda de conserje					**1**	**80**
Gimnasio					**1**	**600**
Superficies exteriores/ equipamiento deportivo						
Superficies de pausa con equipamiento de gimnasia y de juegos				600		1.200
Huerta				150		300
Cancha de juego			1 unidad de entrenamiento		1 unidad de entrenamiento	
Pista de 100 m	4 pistas					
Pista de salto largo	3 pistas					
Explanada para gimnasia				400		400
Superficie total						
Aulas				326-390		592-748
Salas especializadas						96
Biblioteca/mediateca				60		72
Administración				36		102
Áreas de servicio				24		66
Total				**446-510**		**928-1.084**
m²/alumno				**4**		**4,2**

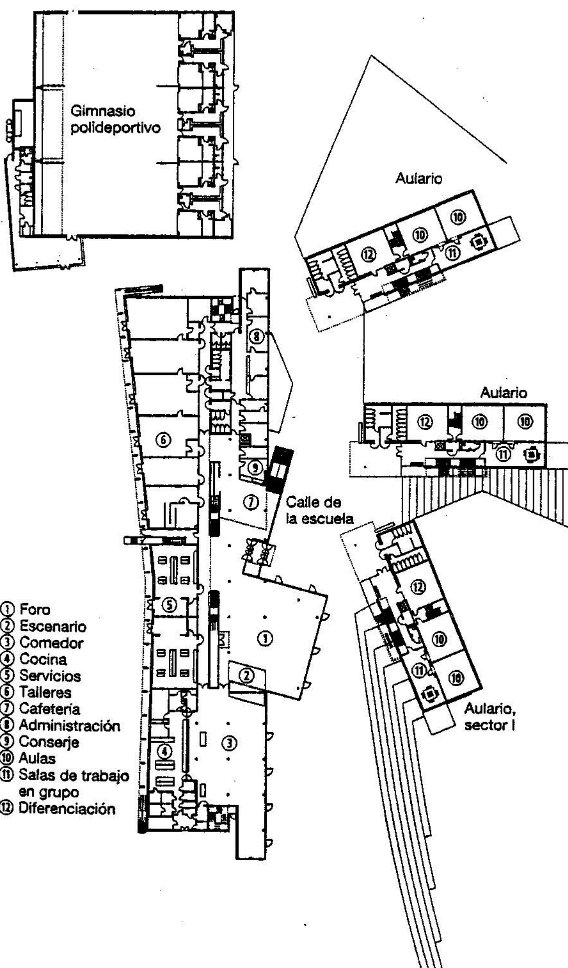
1 Programa tipo según las normativas escolares del Estado federal de Sajonia [02]



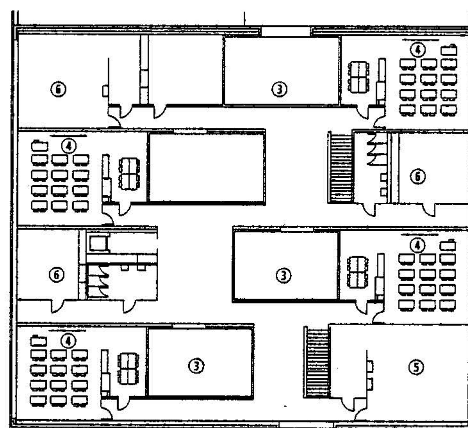
❶ Escuela secundaria Markt Indersdorf. Primer nivel — Arqs.: Allmann Sattler Wappner Architekten



❸ Escuela para desarrollo pedagógico personal. Alzenau, escuela primaria y secundaria, planta baja — Arqs.: Stefanie y Stephan Eberding

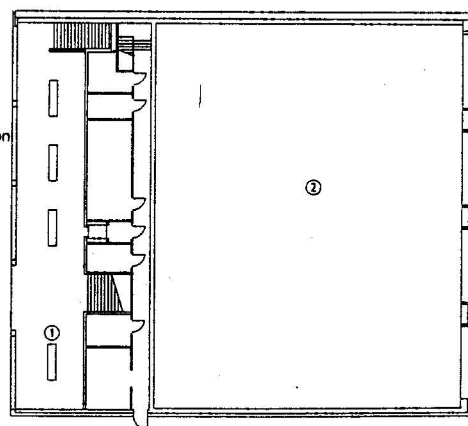


❷ Escuela Montessori, Aquisgrán, escuela completa, planta baja — Arqs.: Ernst Kasper, Klaus Klever



❹ Planta cuarta → ❺

→ ❹ - ❺
① Vestíbulo
② Gimnasio
③ Patio de luces
④ Aulas con grupos
⑤ Talleres
⑥ Religión/educación especial/idiomas



❺ Escuela Volta, Basilea, planta baja — Arqs.: Miller & Maranta

CENTROS DE EDUCACIÓN SUPERIOR

AULAS

Servicios centrales de las escuelas superiores: paraninfo, aula magna, administración, decanato, asociación de alumnos. Además: bibliotecas, comedores, instalaciones deportivas. Aparcamiento, residencias de estudiantes → capítulo hospedaje.

Equipamiento básico para todas las materias: aulas para clases magistrales y conferencias, salas para seminarios y grupos reducidos (con ordenadores), bibliotecas especializadas, salas de trabajo del personal científico, aulas de exámenes, etc.

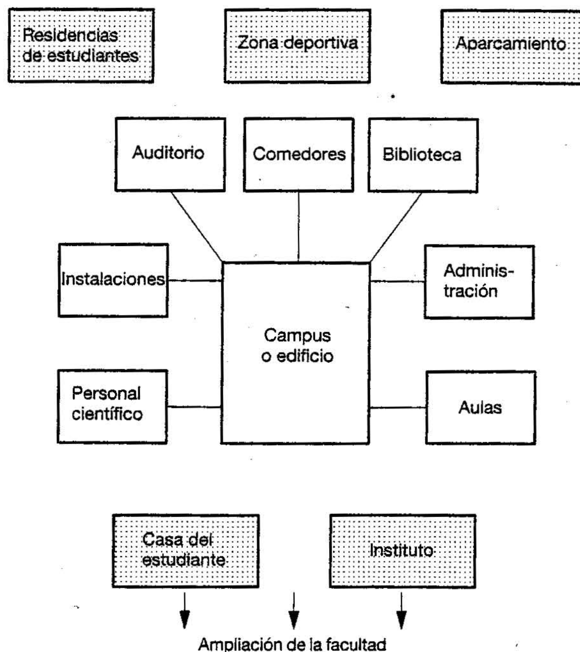
Necesidades específicas

Asignaturas de humanidades: aulas con muebles en menor pendiente → ❸. Sin exigencias especiales para encerados y pantallas de proyecciones.

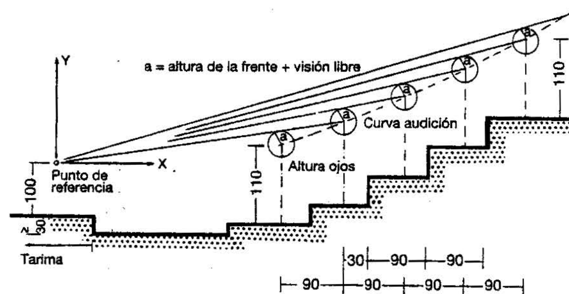
Asignaturas técnicas artísticas, por ejemplo, arquitectura, artes plásticas, música, etc.: salas de dibujo, talleres, salas de pintura, salas de ensayo, almacenes y galería de obras de arte.

Asignaturas técnicas científicas, por ejemplo, ingeniería de la construcción, física, construcción de maquinaria, electrotécnica: salas de dibujo, laboratorios, talleres, naves industriales.

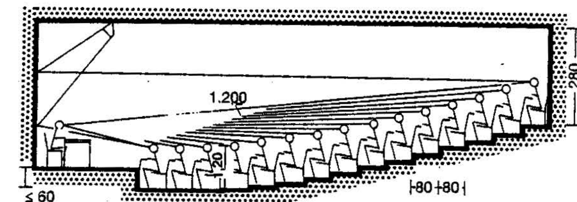
Asignaturas científicas sanitarias, por ejemplo, química, biología, anatomía, fisiología, higiene, patología, etc.: laboratorios con salas agregadas, talleres científicos, salas de mantenimiento y ensayos con animales. Aulas para demostraciones médicas con gran pendiente en gradas → ❹. Aulas de ciencias naturales con mesas de experimentos y butacas en fuerte pendiente → ❻.



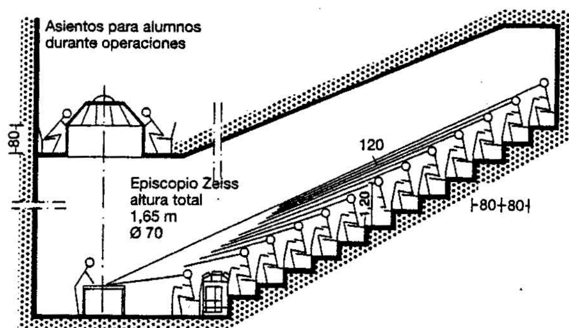
❶ Esquema de funcionamiento de una escuela superior



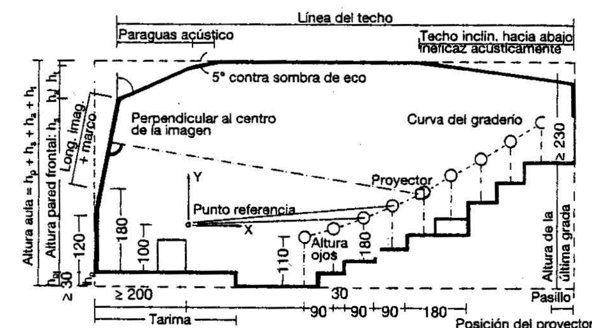
❷ Determinación gráfica de la curva de audición



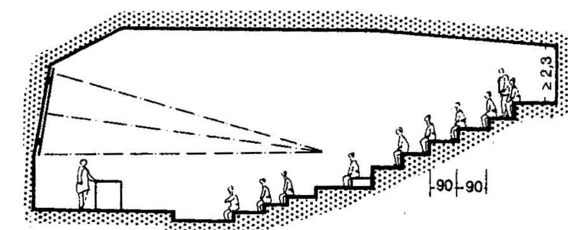
❸ Forma normal de un aula



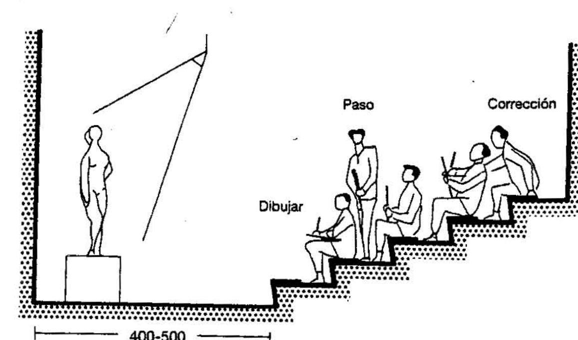
❹ Aula para conferencias con mesa de demostraciones (aula de cirugía clínica)



❺ Sección longitudinal de un aula

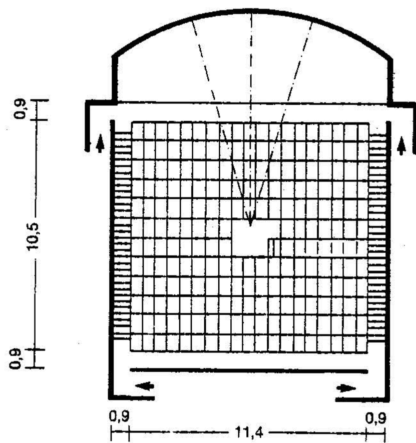


❻ Aula de gran pendiente

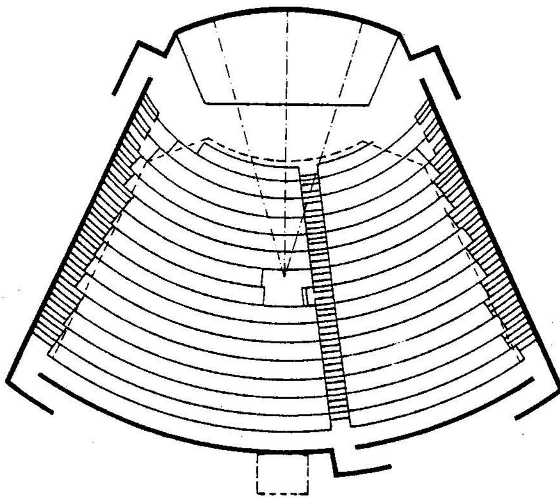


❼ Escalonamiento en una sala de dibujo al natural, 0,65 m²/alumno

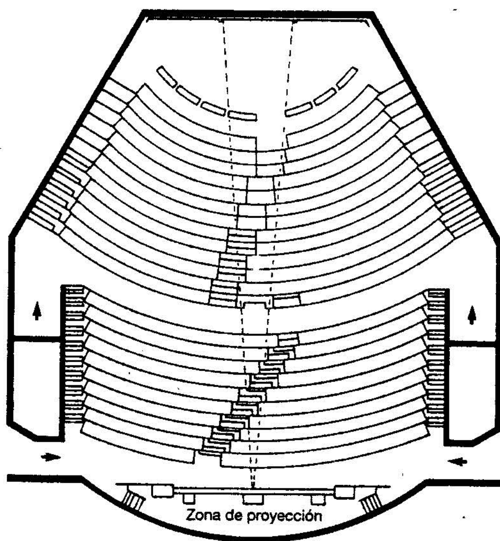
AULAS



❶ Aula rectangular de 200 plazas

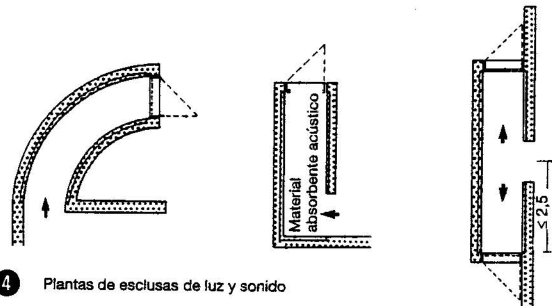


❷ Aula trapezoidal de 400 plazas

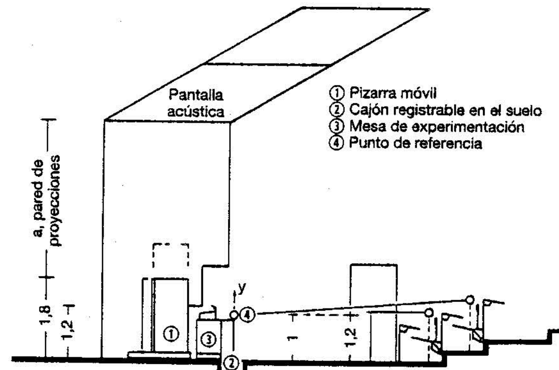


❸ Aula de 800 plazas

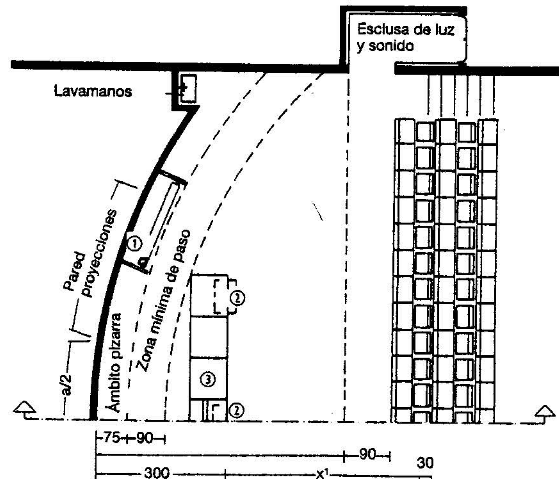
Suele ser preferible situar las grandes aulas para conferencias importantes en edificios de auditorios, mientras que las aulas menores para conferencias especializadas se albergan en las facultades y edificios de seminarios. Acceso al aula, independiente de la zona de investigación, a través de un recorrido lo más corto posible, desde fuera, por la pared posterior; en las aulas mayores también desde los lados a igual altura → ❸. Los profesores entran al aula por delante, a través de la sala de preparación. Desde esta, se introducen también los aparatos de experimentación. Capacidades habituales: 100, 150, 200, 300, 400, 600 y 800 plazas. Aulas de hasta 200 plazas, altura entre plantas, aprox. 3,5 m., integradas en el edificio de la facultad, es preferible situar las aulas mayores en un edificio aparte. Las mesas de laboratorio deben ser en lo posible unidades recambiables y móviles, adecuadas para trabajos de laboratorio. Deben disponerse tomas de agua, electricidad, gases, etc.



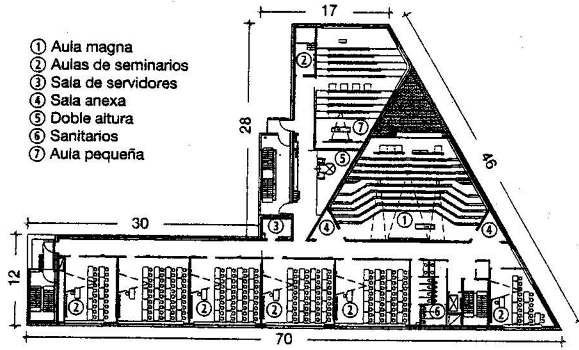
❹ Plantas de esclusas de luz y sonido



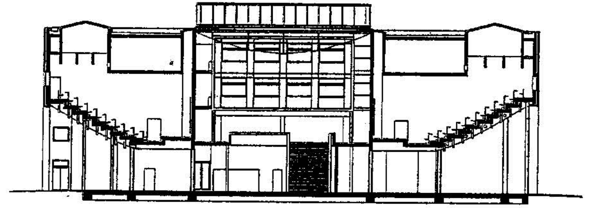
❺ Sección longitudinal → ❻



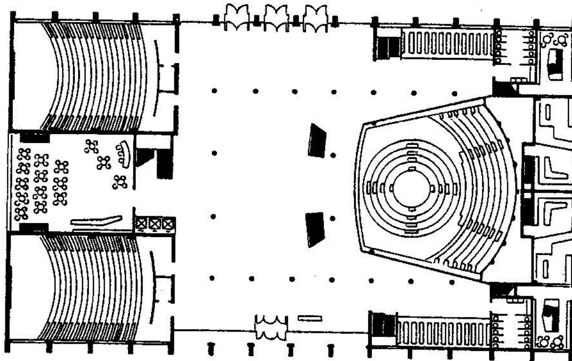
❻ Planta del estrado



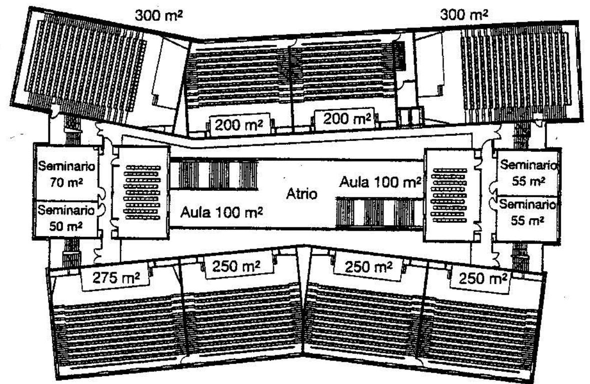
❶ Instituto superior de Bremerhaven, 3er nivel Arqs.: Kister Scheithauer Gross



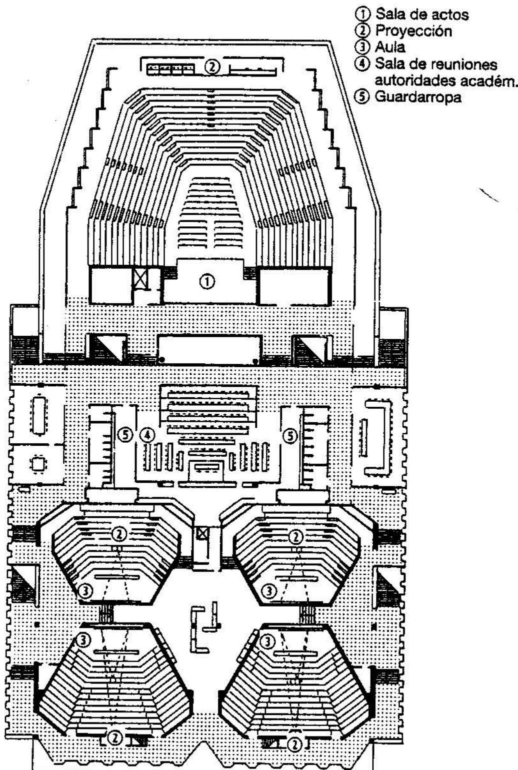
❹ Sección → ❺



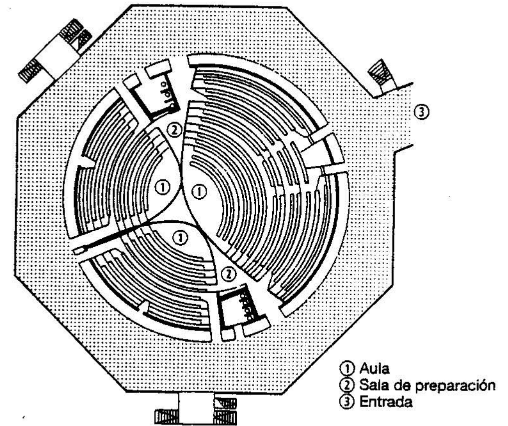
❷ Planta baja de la Universidad de Friburgo
Vestíbulo de entrada y sala de actos de doble altura
Planta tipo con salas de seminarios y administración Arq.: O. E. Schweizer



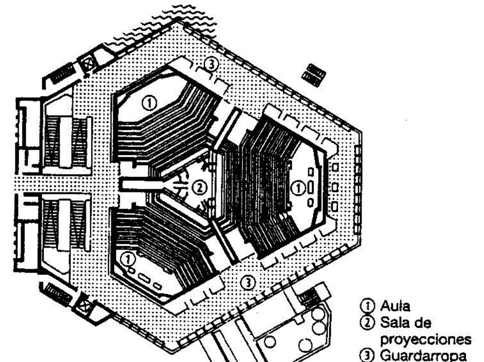
❺ Aulario condesa Dönhoff, primer nivel, Fráncfort del Oder Arqs.: Yamaguchi y Essig Architekten BDA



❸ Auditorio de la Universidad de Delft Arqs.: Van der Broek y Bakema



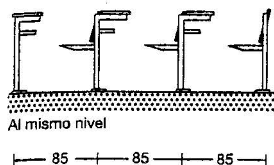
❻ Edificio de estudios en Düsseldorf Arq.: Pfau

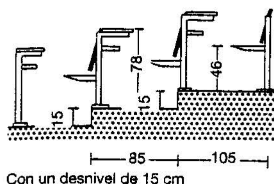


❼ Aulas en la Escuela Técnica Superior Honggerberg, Zúrich Arqs.: Steiner y Gehry

Muebles con unidades combinadas de: sillas abatibles, respaldos y pupitres generalmente montaje fijo → ❶ – ❸.
Disposición según la especialidad, capacidad del aula y tipo de enseñanza (proyección de diapositivas, instalaciones electroacústicas). Algunas aulas (para cirugía, medicina, física) necesitan asientos en pendiente → ❶.
Espacio necesario por oyente según el tipo de asiento, profundidad del pupitre y pendiente del suelo. Cada estudiante necesita un espacio de 1,1 m², incluyendo circulaciones en las aulas grandes y las posiciones más estrechas; en caso de aulas pequeñas y posiciones normales: 0,8-0,95 m².

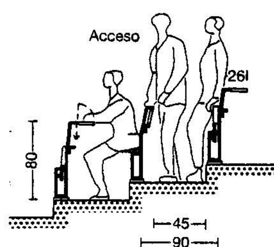
Superficies de pantallas de proyección y encerados:
La pared de proyección es una superficie segmentada o montada sobre una pared frontal recta. Los encerados de varios segmentos normalmente se deslizan sobre raíles verticales, se manejan de forma manual o automática y se desplazan por debajo de la pantalla de proyección. El volumen de voz debe llegar de forma homogénea a todos los oyentes, sin producir ecos molestos. Los falsos techos deben ser reflectantes y absorbentes del sonido. Las paredes posteriores deben forrase con algún material absorbente acústico y el resto de las paredes pueden ser lisas. La iluminación artificial en aulas ciegas debe ser de 600 lux (DIN 5035).



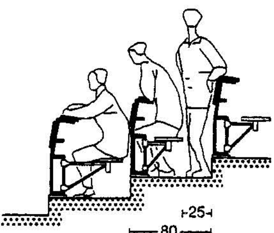




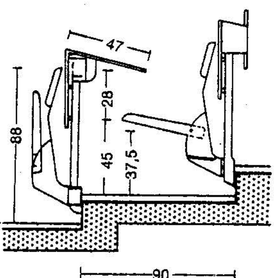
❶ Asientos



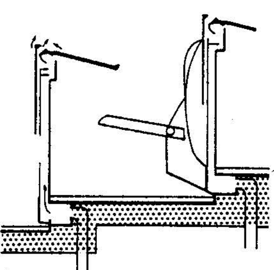
❷ Asientos y pupitres abatibles



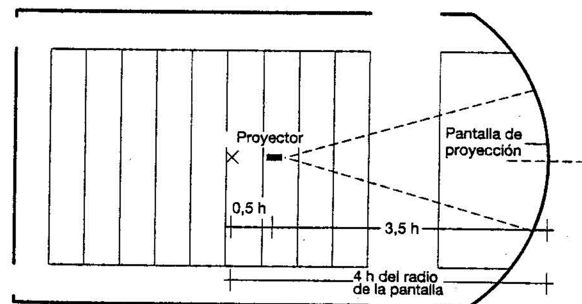
❸ Pupitres fijos y asientos retráctiles



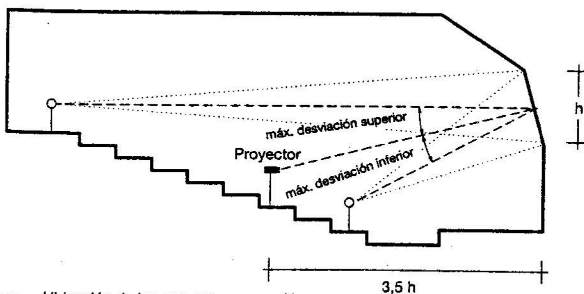
❹ Asientos para aulas, ventilación a través de los pupitres



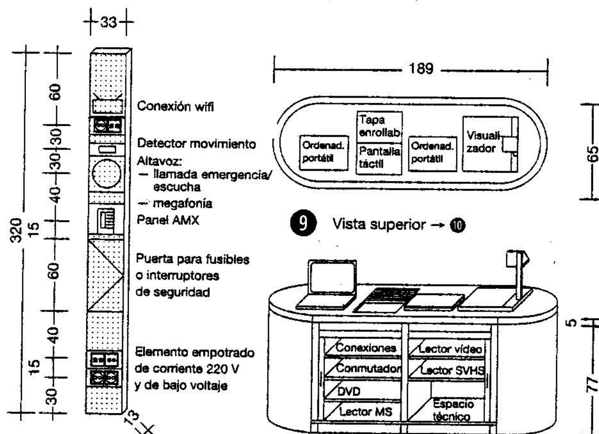
❺ Ventilación/conducción de aire a través de los pupitres



❻ Ubicación de los proyectores, planta



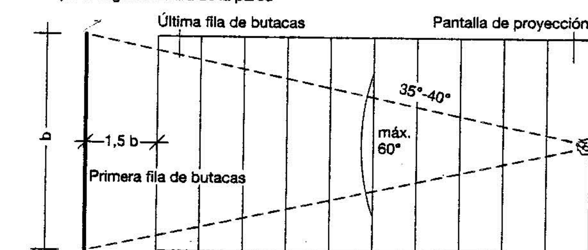
❼ Ubicación de los proyectores, sección.
Distribución del ángulo de visión inclinado para asientos situados por encima y por debajo de los proyectores.



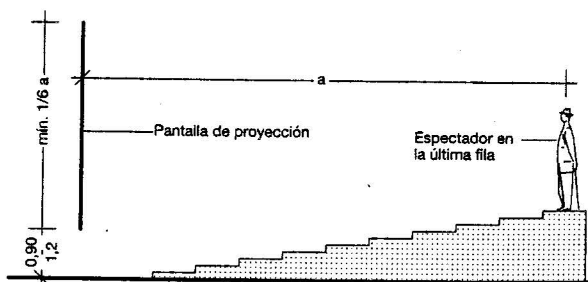
❽ Columna de conexiones integrada en la pared; la altura exacta se ajusta según la altura de la pared

❾ Vista superior → ❿

❿ Vista frontal de una mesa técnica móvil (con ruedas)



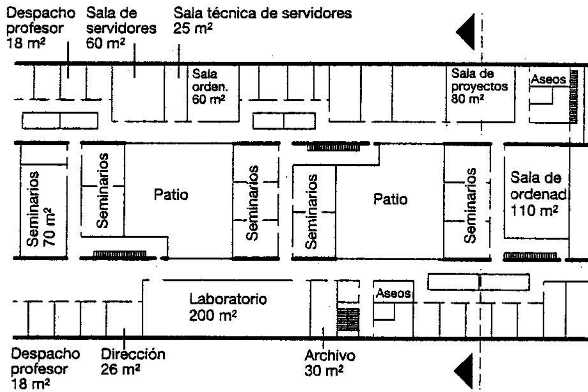
⓫ Ancho de pantalla de proyección según la altura del aula, planta



⓬ Altura de la pantalla de proyección según la altura del aula, sección

CENTROS DE EDUCACIÓN SUPERIOR

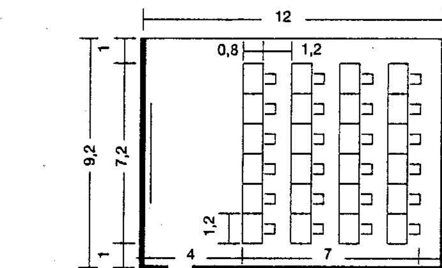
SEMINARIOS Y DESPACHOS



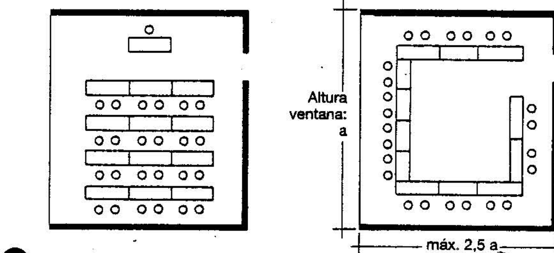
❶ Planta de un edificio de educación superior, las salas de seminarios son utilizadas por varios departamentos



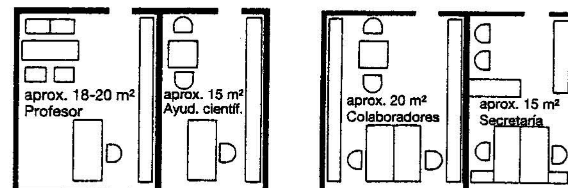
❷ Sección → ❶, losas de hormigón pretensado sin pilares, apoyadas en los muros exteriores



❸ Dimensiones de una sala de ordenadores



❹ Dimensiones de salas de seminarios con ventilación natural



❺ Mobiliario básico para despachos

Para la planificación de aulas y salas de seminarios debe preverse el suficiente espacio para usuarios de sillas de ruedas → DIN 18024 y 18025.

Superficies suplementarias para el funcionamiento de las aulas: Agregar a cada aula una sala auxiliar, directamente accesible. No tiene ninguna función determinada, puede utilizarse como almacén. En todas las aulas experimentales se ha de prever suficiente superficie de preparación, situada al mismo nivel que el estrado. Valores directrices para la superficie mínima: planta de forma rectangular del aula: 0,2-0,25 m²/plaza; planta trapezoidal: 0,15-0,18 m²/plaza. Para asignaturas científicas y médicas prever entre 0,2 y 0,3 m²/plaza. Para el buen funcionamiento de un edificio de aulas se necesitan espacios de almacén y de estancia. Sala de estancia para el personal técnico encargado del mantenimiento de las instalaciones de las aulas, sala de estancia para el personal de limpieza, almacén para piezas de repuesto, lámparas de incandescencia, tubos fluorescentes, pizarras, batas, etc., superficie mínima por sala: 15 m², superficie total de espacios auxiliares: al menos 50-60 m².

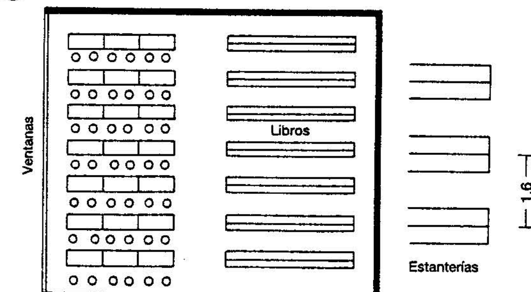
Sala de ordenadores:
El tamaño de la sala de ordenadores dependerá de la cantidad y del tamaño de las mesas para ordenadores, que a su vez depende del tamaño de los monitores.

Aulas de enseñanza general:
Seminarios, capacidad normal: 20, 40, 50 o 60 plazas, mesas dobles móviles; anchura: 1,2 m; profundidad: 0,6 m; espacio por alumno: 1,9-2 m².
Distribución variable de las mesas para clases y trabajos en grupos. En caso de ventilación natural a través de un paramento exterior, el fondo de la sala no debe exceder 2,5 veces la altura media libre.

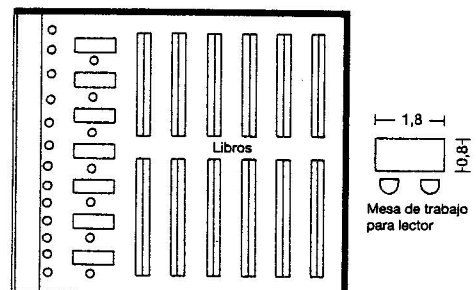
Salas de trabajo de personal científico → ❺:
Profesor: 20-24 m²
Ayudante: 15 m²
Colaboradores: 20 m²
Secretaría: 15 m² (dos plazas 20 m²).

Guardarropa y aseos:
Estimación para ambos, en general 0,15-0,16 m²/plaza.

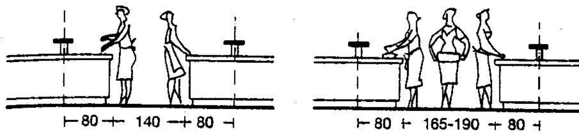
Bibliotecas de facultades o de consulta libre → capítulo Bibliotecas.
Espacio para 30.000-20.000 libros de consulta libre.
Superficie para colocar libros: → ❻
Estanterías con 6-7 estantes, 2 m, de altura (alcance de la mano)
Separación entre estanterías 1,5-1,6 m.
Superficie necesaria 1-1,2 m²/200 volúmenes.
Espacio para lectores: → ❼
Anchura 0,9-1 m/profundidad 0,8 m.
Espacio necesario 2,4-2,5 m² por plaza de trabajo.
Control a la entrada con espacio para dejar bolsos y carteras, junto al catálogo y la fotocopiadora.

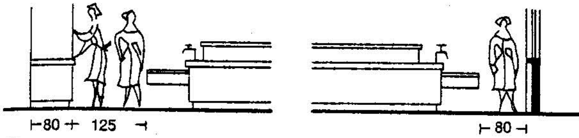


❻ Colocación de estanterías y mesas para lectores

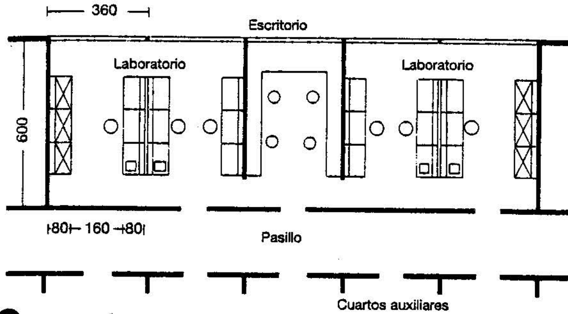


❼ Colocación de estanterías y mesas para lectores

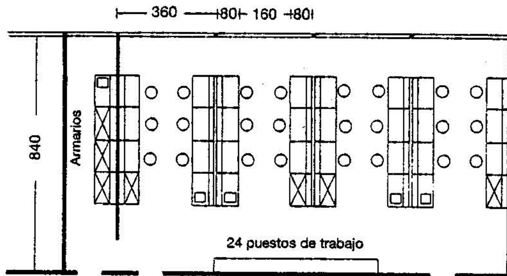




❶ Anchura mínima de paso libre



❷ Laboratorio de investigación



❸ Laboratorio de prácticas

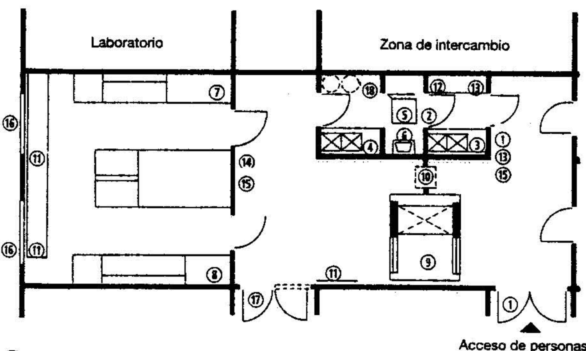
Laboratorio con grado de seguridad 3

① Letrero de advertencia
② Esclusa de doble puerta, cierre autom.
③ Ropa de calle
④ Ropa de protección
⑤ Sumidero en el suelo (ev., con estera desinfección) preparado para instalar una ducha
⑥ Lavamanos con equipo de desinfección
⑦ Banco de trabajo (*clean bench*) con filtro
⑧ Extracción de aire
⑨ Autoclave (en laboratorio o edificio)
⑪ Radiador de placas (sep. pared: 7,5 cm)
⑫ Armario interruptores y cuadro de mandos, distribución eléctrica, central alarmas, panel avisos
⑬ Ind. cambio de presión con alarma aviso
⑭ Teléfono, alarma de emergencia
⑮ Interfono, apertura eléctrica de puerta
⑯ Ventana, estanca a los gases, no combustible,
⑰ Puerta resistente al fuego

Laboratorio con grado de seguridad 4

② Esclusa triple con puertas estancas a los gases y de cierre automático
⑤ Ducha con recogida y desinfección agua utilizada* (inestable a partir de L-3)
⑦ Banco trabajo estanco a gases, cerrado
⑨ Autoclave, desinfección, agua condensada
⑱ Esclusa de emergencia
⑲ Contenedor para ropa de trabajo utilizada

* Solo es necesario si el grado de seguridad del laboratorio ha de ser L-4



❹ Laboratorio general

CENTROS DE EDUCACIÓN SUPERIOR

LABORATORIOS

Los laboratorios se diferencian según su utilización y especialización.

Según su utilización:

Laboratorios de prácticas en centros de enseñanza, con un elevado número de puestos de trabajo en una misma sala y generalmente con un equipamiento sencillo → ❸.

Laboratorios de investigación, generalmente en salas más pequeñas, con equipamiento especial y dependencias auxiliares, aparatos para realizar mediciones, centrifugadora, autoclave, cuartos con temperatura constante, etc. → ❷.

Por su especialización:

Laboratorios químicos y biológicos con una rápida renovación de aire, armarios de extracción de aire (digestorios) → pág. 216 → ❼ para trabajos con elevada formación de humos y gases. Muchas veces los digestorios se colocan en una habitación aparte.

Laboratorios de física equipados sobre todo con mesas móviles, e instalación eléctrica diferenciada en canales colgados del techo o adosados a la pared → pág. 216.

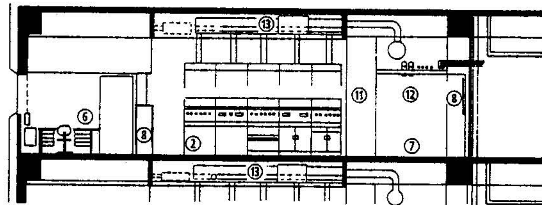
Laboratorios específicos para requisitos especiales, p. ej., laboratorios de isótopos para trabajos con materiales radiantes con diferentes niveles de seguridad (A-C DIN 25425).

Laboratorios para trabajos con requisitos especiales de aire filtrado y sin polvo, p. ej., en el campo de la microelectrónica o para sustancias especialmente peligrosas, cuya salida a las salas adyacentes se ha de evitar mediante una circulación cerrada del aire, con una instalación de filtrado incorporada (microbiología, genética, grado de seguridad L1–L4) → ❹.

Educación
Investigación

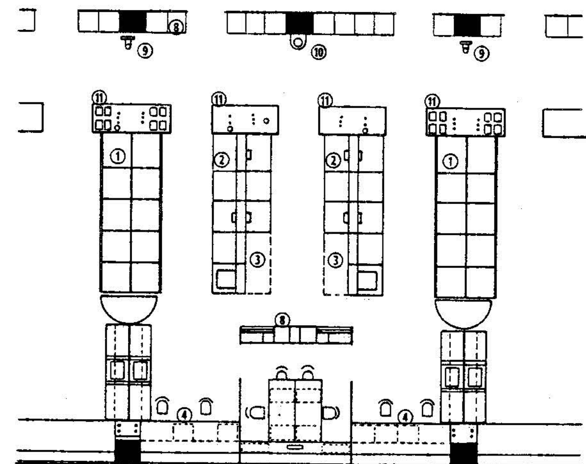
CENTROS DE EDUCACIÓN SUPERIOR

Aulas
Ejemplos de aula
Butacas y proyección
Seminarios y despachos
Laboratorios

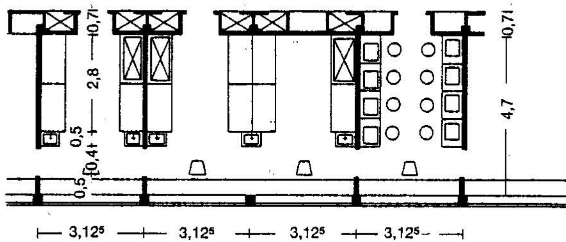


Unidad de laboratorio
① Crisoles
② Mesas de trabajo
③ Reserva
④ Puestos de trabajo secos
⑤ Mesas de pesaje
⑥ Mesa trabajo químico
⑦ Pasillo
⑧ Armario materiales
⑨ Rociador
⑩ Extintor de mano
⑪ Suministro de energía
⑫ Puentes para paso tuberías
⑬ Instalación ventilación y climatización

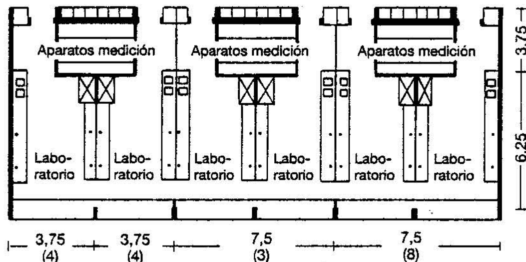
❺ Sección, laboratorio de plásticos BASF Arqs.: Suter y Suter



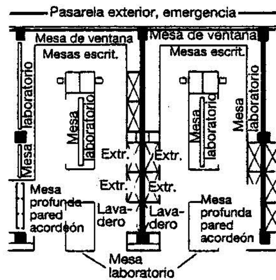
❻ Planta → ❺



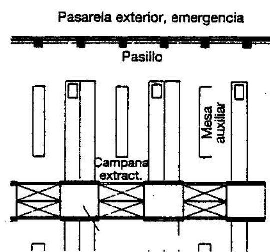
❶ El espacio necesario depende del tamaño de las mesas (amplitud del puesto de trabajo). Instalaciones y armarios en la pared del pasillo



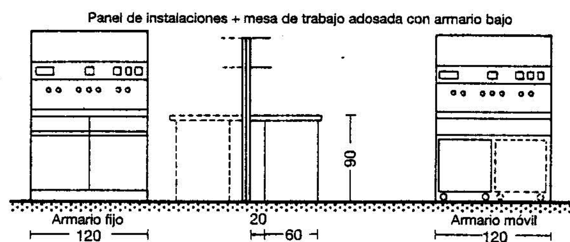
❷ Unidades de laboratorio con antesalas para pesar y medir del Hospital Universitario de Francfort Arqs.: Schlempp y Schwethelm



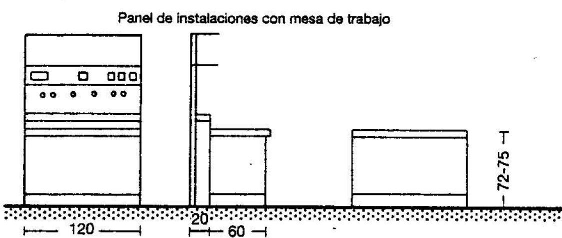
❸ Equipamiento del laboratorio científico principal de la fábrica de colores Bayer AG



❹ Equipamiento del laboratorio científico principal de la fábrica de colores Bayer AG



❺ Mesa de laboratorio químico



❻ Mesa de laboratorio físico

Laboratorios fríos para trabajar en condiciones especiales de temperatura.

Laboratorios de fotografía y cuartos oscuros:

En la zona de laboratorios se han de incluir también salas de trabajo sin equipamiento: salas para pensar y salas de estar para el personal del laboratorio. Además se necesitan habitaciones destinadas a almacén general, almacén de productos químicos y entrega con dispositivos especiales de seguridad, almacén de isótopos con contenedores especiales, etc. Un caso especial son los laboratorios que empléan animales y han de mantenerlos, lo que plantea en cada caso unos requisitos especiales.

Puesto de trabajo en un laboratorio

La unidad determinante para dimensionar el puesto de trabajo es la mesa de laboratorio, fija o móvil, cuyas medidas, con el espacio adicional para poder moverse, forma la unidad espacial básica → ❶ - ❸.

Medidas más frecuentes de una mesa de trabajo normal:

120 cm de anchura en los laboratorios de prácticas y un múltiplo suyo en los laboratorios de investigación, 80 cm de profundidad incluido el paso de instalaciones → ❺ - ❻.

Las mesas de laboratorio y los armarios-digestorios suelen estar modulados, anchura: mesas de laboratorio: 120 cm; armarios-digestorios: 120 y 180 cm → ❼.

El panel de instalaciones como elemento propio con todos los medios de alimentación; las mesas de laboratorio y el armario bajo se anteponen al panel → ❺ - ❼.

Estructura portante de las mesas de laboratorio de tubo de acero, superficie de trabajo de piedra artificial sin juntas, más raramente de azulejos o planchas de material sintético resistente a los productos químicos. Armarios bajos de madera o tablero aglomerado con recubrimiento sintético. Conducción de instalaciones desde arriba (falso techo) o desde abajo (suelo flotante).

Ventilación:

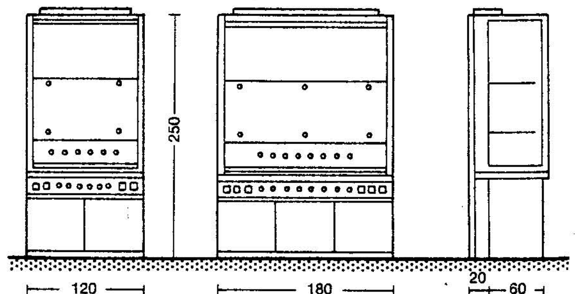
Instalación a alta presión o a baja presión; la primera es recomendable sobre todo para institutos de varias plantas con gran necesidad de renovación de aire, con lo que se reduce la sección de los conductos. Refrigeración y humidificación según necesidades.

El sistema de ventilación es la instalación que ocupa más espacio, Todos los laboratorios en los que se ha de trabajar químicamente necesitan un sistema de extracción e impulsión forzada de aire.

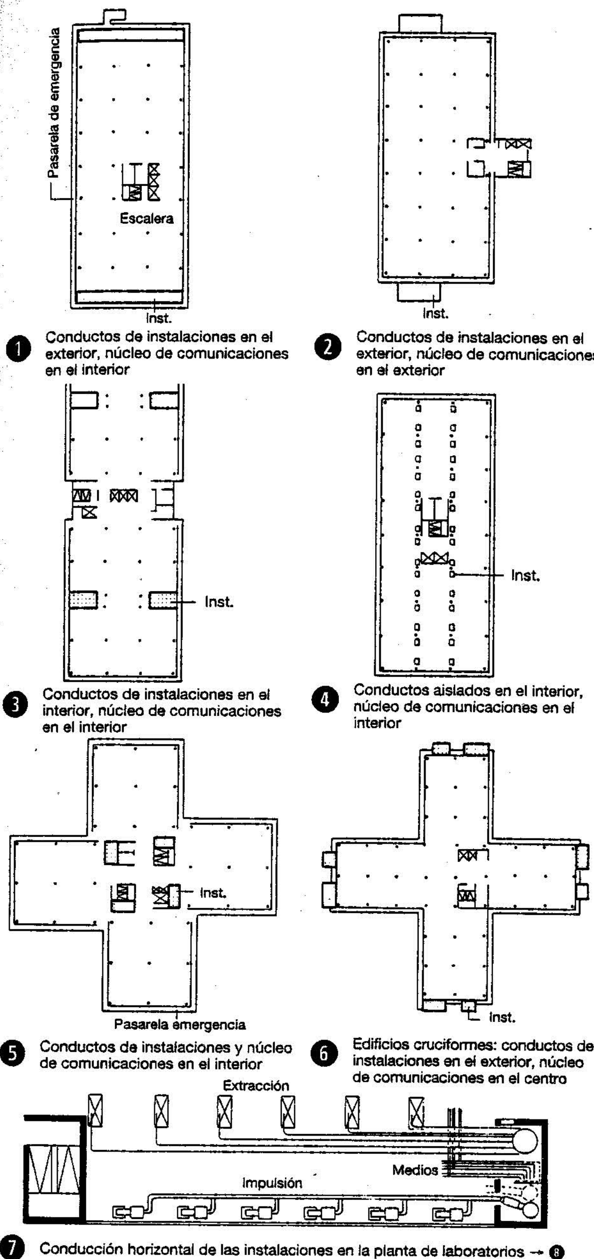
Renovaciones de aire por hora:

laboratorios químicos: 8 veces
laboratorios biológicos: 4 veces
laboratorios físicos: 3-4 veces
(en la zona de salida).

Instalación eléctrica: para grandes potencias y tipos de corriente especiales se necesita una estación transformadora en el edificio. Las centrales eléctricas han de tener un perímetro resistente al fuego, y los conductos de las demás instalaciones no pueden atravesarlo.



❼ Digestorios (armarios con extracción de humos)



❶ Conductos de instalaciones en el exterior, núcleo de comunicaciones en el interior

❷ Conductos de instalaciones en el exterior, núcleo de comunicaciones en el exterior

❸ Conductos de instalaciones en el interior, núcleo de comunicaciones en el interior

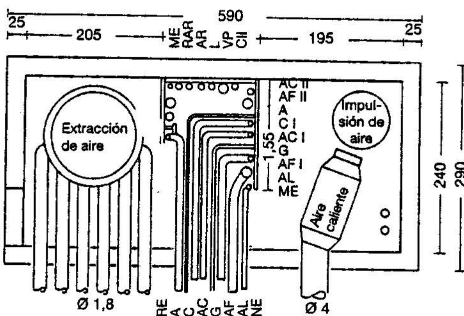
❹ Conductos aislados en el interior, núcleo de comunicaciones en el interior

❺ Conductos de instalaciones y núcleo de comunicaciones en el interior

❻ Edificios cruciformes: conductos de instalaciones en el exterior, núcleo de comunicaciones en el centro

❼ Conducción horizontal de las instalaciones en la planta de laboratorios → ❽

AF Agua fría
AC Agua caliente
C Circulación
AD Agua destilada
AR Agua de refrigeración
RAR Recirculación de agua de refrigeración
I Primer grado de presión
II Segundo grado presión
VP Vapor
CO Condensación
A Aire
G Gas
ME Medios especiales
V Vaciado
RE Reserva
AL Agua de laboratorio
ES Extracción secundaria de aire
BP Bajante de pluviales



❽ Caja de conductos → ❼

Situación de las cajas para el paso de los conductos de instalaciones, pilares y elementos de comunicación vertical:
Caja de conductos en el exterior, núcleo de comunicaciones en el interior → ❶. Caja de conductos en el exterior, núcleo de comunicaciones en el exterior → ❷. Caja de conductos en el interior, núcleo de comunicaciones en el interior → ❸. Conductos aislados en el interior, núcleo de comunicaciones en el interior → ❹. Edificios cruciformes: cajas de conductos en el exterior, núcleo de comunicaciones en el centro → ❺; cajas de conductos y núcleo de comunicaciones en el interior → ❻.

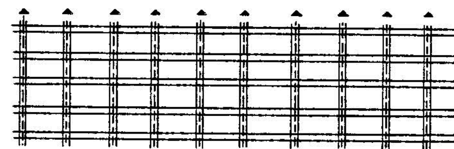
Sistema vertical de instalaciones → ❾:
Varios conductos verticales situados en el interior o en la fachada conducen directamente a los laboratorios. Conducción descentralizada de la extracción y aportación de aire para los digestorios; ventiladores individuales en la cubierta.
Ventaja: máximo grado de aprovisionamiento individual. Corto recorrido horizontal hasta las mesas de trabajo.
Desventaja: limitaciones a la variabilidad de la distribución en planta, se necesita mayor espacio en la planta de instalaciones.

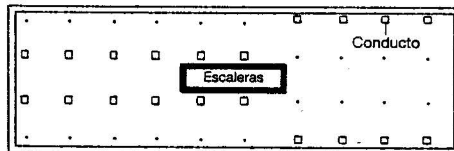
Sistema horizontal de instalaciones → ❿: Cajas verticales para los conductos de todas las instalaciones, desde las que se distribuyen horizontalmente en cada planta, por el falso techo o el suelo flotante, hasta cada mesa.
Ventajas: ocupa menos espacio en planta, mayor variabilidad de la distribución, mantenimiento más sencillo, mayores facilidades de ampliación. Las cajas verticales para el paso de instalaciones son más fáciles de supervisar, mayor accesibilidad. Conducciones aisladas contra el calor, el frío y el ruido → ❼ – ❽.

Educación Investigación

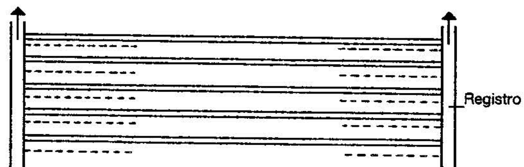
CENTROS DE EDUCACIÓN SUPERIOR

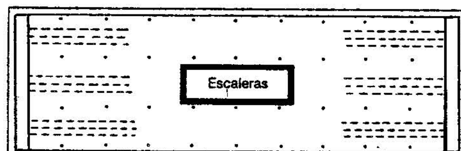
Aulas
Ejemplos de aula
Butacas y proyección
Seminarios y despachos
Laboratorios



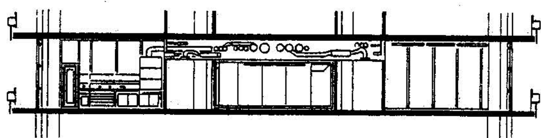


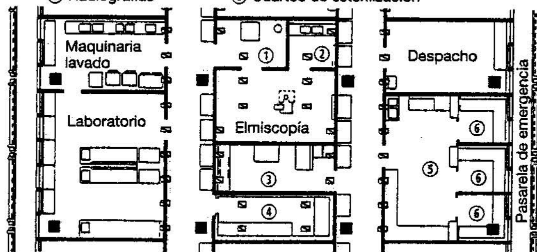
❾ Sistema vertical de instalaciones: conductos individuales para las instalaciones del edificio; conexión directa de las mesas de laboratorio, digestorios, etc., reducción de la variabilidad de la distribución



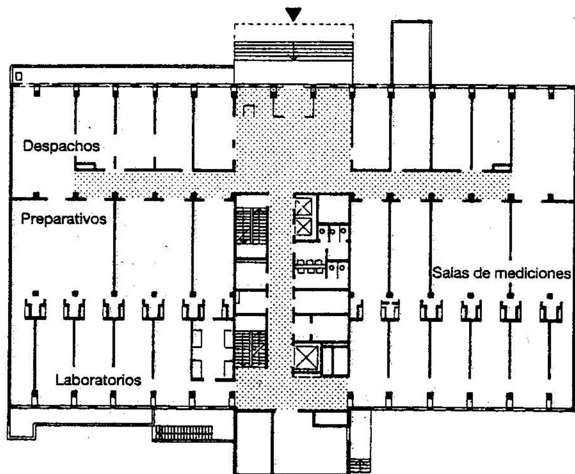


❿ Sistema horizontal de instalaciones: conductos comunes para las instalaciones del edificio; conducción horizontal en el falso techo o suelo flotante; gran variabilidad de la distribución

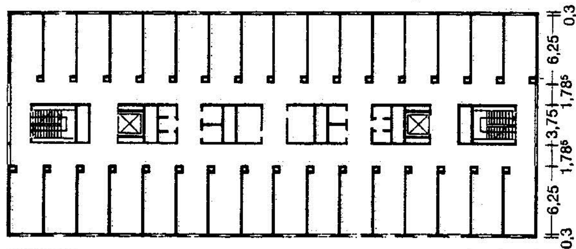




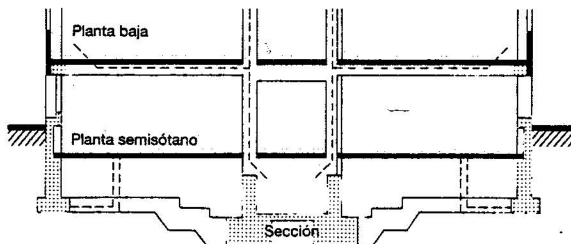
❶ Planta parcial del Centro de Investigación contra el Cáncer en Heidelberg, Alemania Arqs.: Heinle, Wischer y Partners



❷ Laboratorio de física analítica (BASF, Ludwigshafen, Alemania)



❸ Planta tipo de un instituto polivalente de investigación Arq.: W. Haake



❹ Sección transversal de un laboratorio con pasillo central

Retícula de construcción

La retícula constructiva más favorable para conseguir grandes espacios sin pilares: 7,2 × 7,2 m, 7,2 × 8,4 m, 8,4 × 8,4 m. La altura de las plantas suele ser de 4 m, la altura libre ≥ 3 m.
La retícula empleada es un múltiplo del módulo normal de 120 × 120 cm (sistema decimétrico). Debido a la flexibilidad de la distribución en planta, se prefieren estructuras-esqueleto de hormigón armado, compuestas de elementos prefabricados de hormigón o fabricadas in situ.

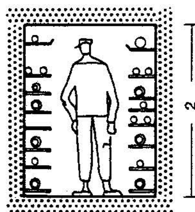
Distribución del espacio según el programa de necesidades y los requisitos funcionales, espacios con un equipamiento elevado o reducido, iluminados con luz natural o artificial, con ventilación natural o forzada, creando zonas de uso diferenciado y diferentes cualidades técnicas. Por ello, los edificios de laboratorios tienen a menudo amplias zonas interiores (edificación tripartita) → ❶ – ❸.
La longitud del edificio depende del recorrido horizontal máximo de los conductos de las instalaciones.

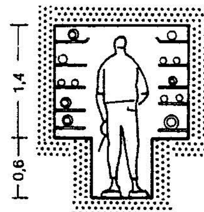
En la cuadrícula, el pilar se desplaza respecto de la cuadrícula de acabado para aumentar el grado de variabilidad de la distribución. Separación entre el sistema de tabiques y el falso techo suspendido. Los tabiques de separación desplazables deberían ser fáciles de montar y superficies resistentes a los productos químicos. Diseñar el techo de manera que sea desmontable y aislante acústico. Revestimiento del suelo resistente al agua y a los productos químicos, sin juntas y escasa conductibilidad eléctrica, por lo general, materiales sintéticos en rollo o baldosas con las juntas soldadas.

Ventanas en las puertas o junto a ellas para ver los laboratorios desde el pasillo.

Los laboratorios de isótopos tienen techos y paredes planos y sin poros. Esquinas redondeadas, revestimiento de hormigón o plomo, control de los desagües, duchas entre el laboratorio y la salida. Contenedores de hormigón para la recogida de restos y basuras activas, contenedores de hormigón con compuertas de plomo, etc. Todo laboratorio requiere una mesa-balanza que, por lo general, se instala en una sala aparte. Las mesas se colocan junto a paredes que no estén sometidas a vibraciones.
Representación de las conducciones según normativa DIN:

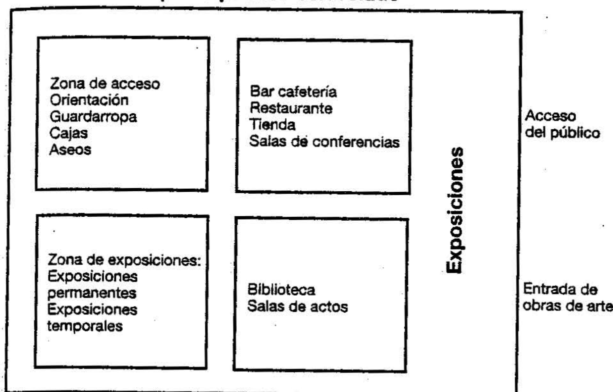
agua:	verde
agua caliente:	verde-rojo
vapor:	rojo
gas:	amarillo
nitrógeno:	negro
vacío:	gris

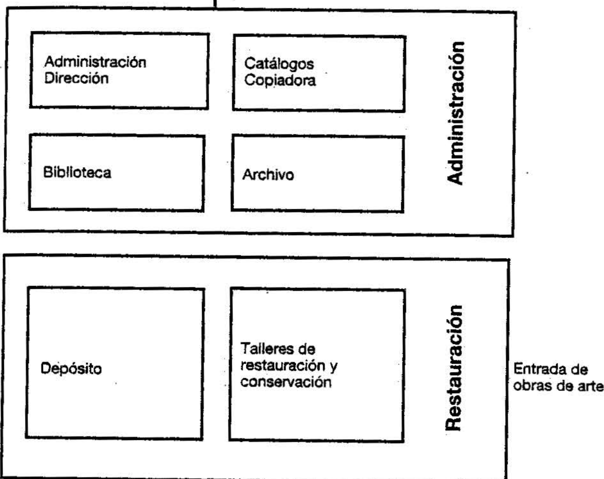




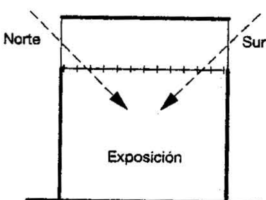
❺ Pasillo de instalaciones (transitable), de sección variable según el número de conductos

GENERALIDADES



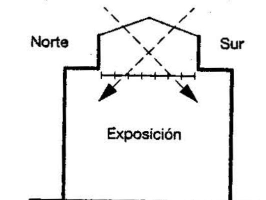


❶ Esquema de funciones

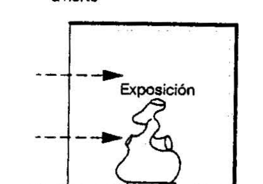


❷ Iluminación indirecta filtrada por un falso techo de vidrio

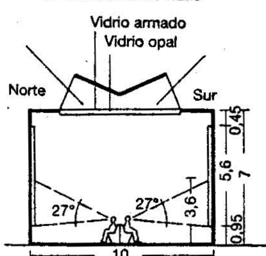
❸ Iluminación de la exposición mediante tragaluces orientados a norte



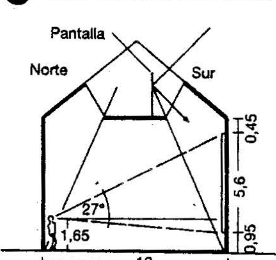
❹ Iluminación indirecta, filtrada por un falso techo de vidrio



❺ Iluminación lateral desde el norte



❻ Sala de exposiciones bien iluminada, según los estudios de Boston



❼ Sala con iluminación óptima de dos lados, según S. Hurst Seager





Un museo es una colección pública de testimonios que muestran el desarrollo cultural de la humanidad. Colecciona, recopila, documenta, alberga, investiga, interpreta y comunica estos hechos.

Según sea el origen y el tipo de los elementos que se exponen, pueden distinguirse los siguientes grupos:
Museo de arte:
Colección de obras de artes plásticas (incluyendo obras de artesanía y gráficas).
Museo de historia y cultura:
Colección de artefactos, armas, vestimentas, documentación escrita, etc. Elementos que documentan el desarrollo de algún pueblo determinado geográficamente (museo etnográfico, museo al aire libre, museo regional).
Museo de etnología:
Obras que representan el patrimonio de algún pueblo tradicional o de alguna cultura extinta.
Museo de ciencias:
Colección con material didáctico y visual de temas relacionados con las ciencias naturales y con la técnica.

Iluminación

Objetos de exposición muy delicados	50-80 lux
Objetos de exposición delicados	100-150 lux
Objetos de exposición menos delicados	150-300 lux

No debe sobrepasarse una radiación ultravioleta de 25 W/m². Cada sala de exposición debe poder oscurecerse completamente. En espacios públicos que no se expongan obras —p. ej., cafetería, biblioteca— es deseable una buena iluminación natural. Los cálculos luminosos para museos son muy teóricos, la calidad de la luz es decisiva.

Condiciones climáticas de espacios de depósito y exposiciones

En zonas de depósitos y exposiciones debe haber una temperatura de 15-18 °C en invierno y 20-22 °C en verano (nunca deben sobrepasar la temperatura puntual de 26 °C y no bajar de los 13 °C). Los depósitos no deben estar, pues, en espacios sin aislar, como, por ejemplo, áticos.
Puesto que la reproducción de insectos por debajo de 15 °C es muy reducida, una temperatura óptima para museos de ciencias naturales y colecciones etnográficas son 12-13 °C.
El material fotográfico es relativamente inestable químicamente, por lo que debe guardarse en lugares frescos y secos, con temperaturas por debajo los 16 °C (idealmente a 5 °C).
La humedad relativa óptima en depósitos y zonas de exposiciones depende del material expuesto o que se guarde: madera, un 55-60 %; lienzos, 50-55 %; papel, 45-50 %; y metales, humedad máxima de un 40 %. Deben evitarse las fluctuaciones: en una hora, la fluctuación de la humedad relativa no puede ser superior a un 2,5 %, y en un día no debe sobrepasar el 5 %. Las fluctuaciones estacionales no deben superar el 5 % en verano y -5 % en invierno. La afluencia de público a un museo provoca cambios permanentes en las condiciones climáticas de sus espacios.

véase también:
Iluminación

véase también:
Iluminación

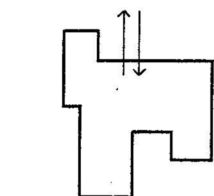
MUSEOS

SALAS DE EXPOSICIÓN

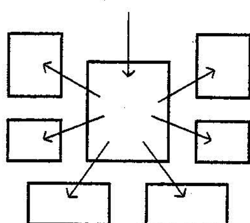
En la organización de las salas de exposiciones resulta determinante la relación entre la colección y el modo como se presenta (concepto de exposición).
Fundamentalmente se distinguen los siguientes tipos → ❶ – ❻:
Planta abierta → ❶:
Un espacio de exposiciones grande y autónomo, de libre recorrido. Las salas de servicio se encuentran en los niveles inferiores.
Sala principal y salas anexas (núcleo y satélites) → ❷:
Sala principal para orientación en el museo y/o en la exposición, salas anexas para exposiciones autónomas (por tema/colección).
Encadenamiento lineal → ❸:
Secuencia de salas lineal, recorrido controlado, de clara orientación, con acceso y salida separados.
Laberinto → ❹:
Recorrido libre, itinerario y dirección variables, es posible acceso y salida por separado.
Complejo → ❺:
Grupos de salas combinados, características típicas de → ❶ – ❹, organización compleja de colecciones y concepto de exposición.
Recorrido circular → ❻:
Parecido al encadenamiento lineal → ❸, el recorrido controlado lleva al acceso de vuelta.

Concepto de exposición	Ordenamiento espacial
Objeto de exposición orientado	Planta abierta → ❶
Orientación sistemática	Sala principal y salas anexas (núcleo y satélites) → ❷
Orientación temática	Encadenamiento lineal → ❸ Recorrido circular → ❻
Orientación compleja	Laberinto → ❹ Complejo → ❺

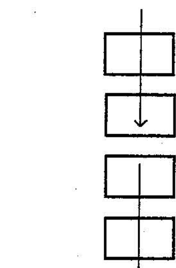
El tamaño y la altura de las salas de exposiciones y depósitos dependerán de las medidas de las obras a exponer y de la envergadura de la colección; en todo caso, la altura libre mínima será de 4 m.



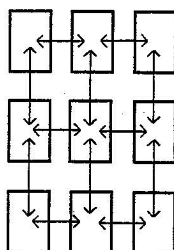
❶ Planta abierta



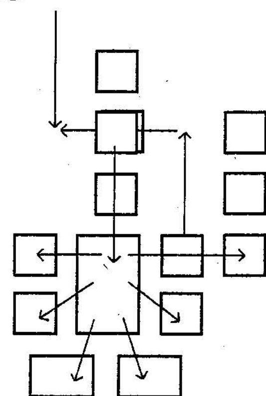
❷ Sala principal y salas anexas (núcleo y satélites)



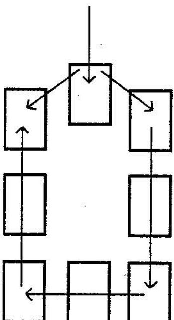
❸ Encadenamiento lineal



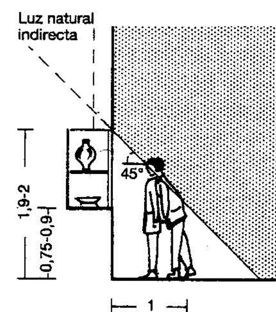
❹ Laberinto



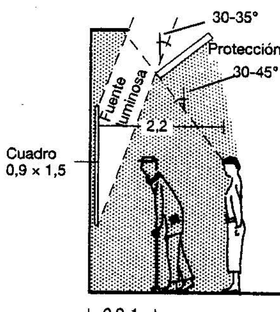
❺ Complejo



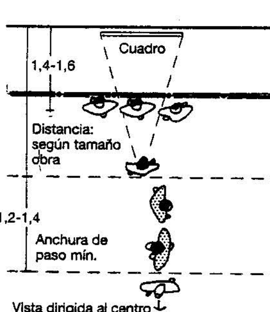
❻ Recorrido circular



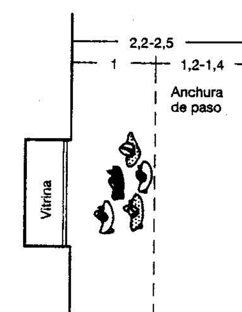
❼ Luces y sombras en una vitrina



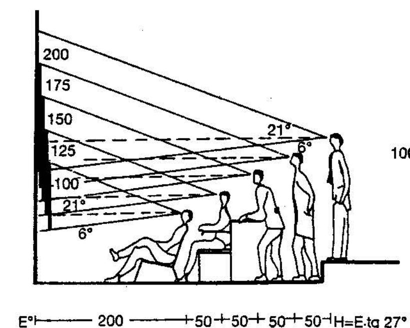
❽ Distancia con luz artificial y natural

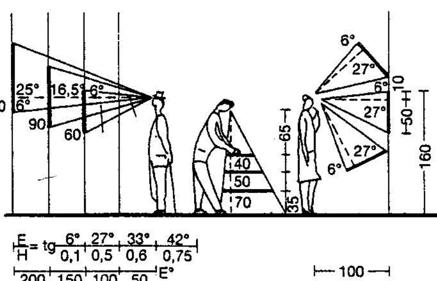


❾ Contemplación de cuadros colgados de una pared



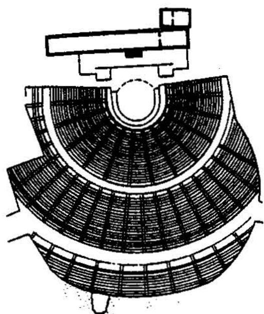
❿ Espacio ante una vitrina



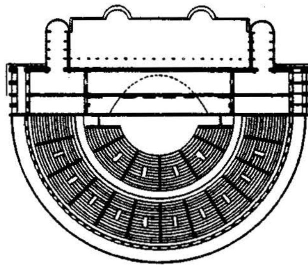


⓫ Campo visual: altura, tamaño y separación

⓬ Lectura de letra impresa



❶ Teatro Olímpico, Vicenza, 1585. Sección y planta
Arqs.: A. Palladio y V. Scamozzi



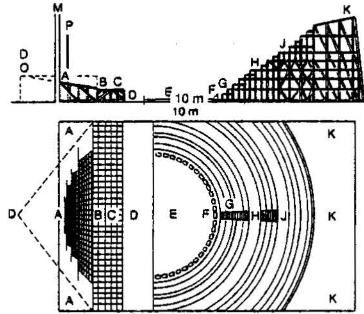
❷ Teatro Marcelo, Roma. Planta, 11.500 plazas, 11 a. de C.



❸ Planta de un teatro temporal medieval



❹ El Swan Theatre, Londres



❺ Teatro de Sebastiano Serlio, 1545

M Muro de la vivienda de la sala en la que se construía el teatro
P Visión final de la perspectiva escenográfica, con al menos 60 cm de separación hasta M, para permitir paso de actores
A Camerinos y vestuarios para los actores
C Zona horizontal del escenario, situada a 1,1 m por encima del nivel del suelo (D)
B Zona inclinada del escenario con una pendiente igual a 1/9 de su profundidad y situada un escalón por encima de C
D Proscenio
E Orquesta con asientos F para los príncipes y altos dignatarios
G Plazas para las damas de la nobleza
G-H Plazas para los caballeros de la nobleza de primer rango
H-J Plazas para los caballeros de la nobleza de segundo rango
A partir de la J, caballeros de la nobleza de menor rango
K Plazas para el "pueblo"

El proyecto de teatros exige la comprensión de una serie de relaciones funcionales complejas, que en gran parte se ponen de manifiesto a través de la evolución histórica del teatro. Es una tarea arquitectónica que se han planteado las sociedades más diversas de forma continuada desde hace más de 2.500 años. La construcción de cualquier teatro en la actualidad se incorpora a una larga tradición histórica, pero al mismo tiempo se caracteriza por el esfuerzo de sustraerse a la tradición. Unos pocos ejemplos sirven para caracterizar la evolución histórica de este tipo de edificio → ❶ - ❾ → pág. 222 ❶ - ❻.

Antigüedad

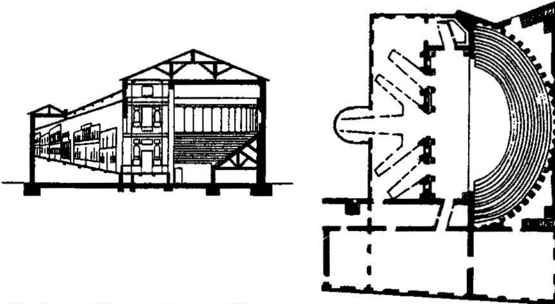
Teatro de Dionisio, inicio de los teatros europeos → ❶. Teatro de Marcelo, primer teatro construido completamente en piedra en Roma → ❷. Los palcos para espectadores y el telón de fondo estaban unidos y eran de la misma altura.

Edad Media

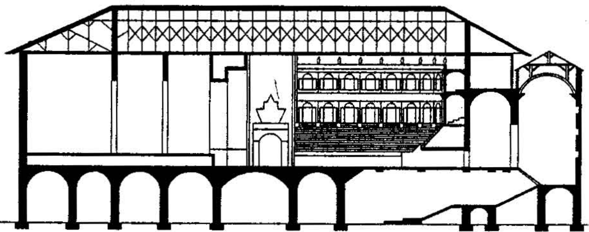
Teatros medievales, estrados y construcciones temporales → ❸. Espacio interior del Swan Theatre, según un dibujo de Van de Witt, 1596. Solo una cortina separaba el escenario de la sala, y el escenario superior servía como balcón o para escenas de asedio → ❹.

Renacimiento

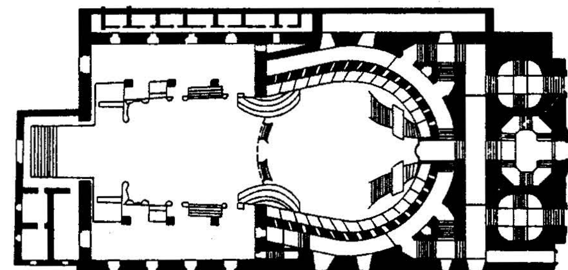
Los primeros teatros renacentistas italianos eran construcciones temporales de madera levantadas en el interior de salas existentes → ❺. Por ejemplo, Giorgio Vasari proyectó un sistema reutilizable de elementos de madera para construir un teatro en el Salone dei Cinquecento del Palazzo Vecchio de Florencia. Teatro Olímpico en Vicenza → ❻, primer teatro renacentista permanente que retoma la tradición de los teatros de la Antigüedad. Se incorporan los palcos. Teatro Farnese, Parma → ❽ + ❾, fue el primer teatro con un sistema móvil de bambalinas.



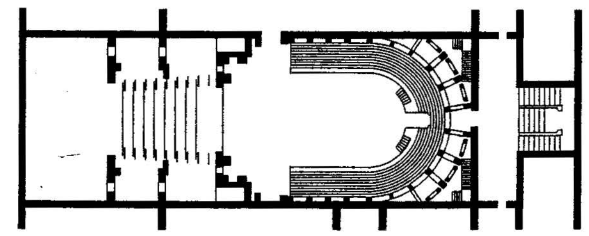
❻ Teatro Olímpico, Vicenza, 1585. Planta
Arqs.: Andrea Palladio y Vicenzo Scamozzi



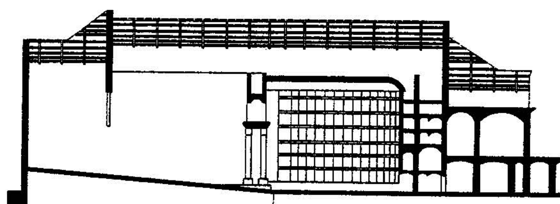
❽ Sección del teatro Farnese en Parma, 1618-1628
Arq.: Giovanni Battista Aleotti



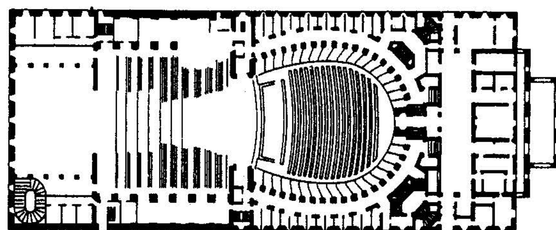
❼ Teatro San Carlo, Nápoles, 1737 Arqs.: Antonio Medrano y Angelo Carasale



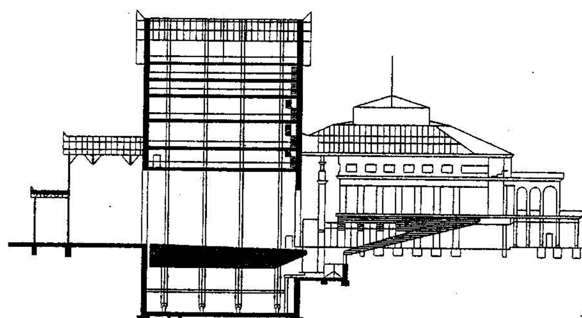
❾ Teatro Farnese, Parma, 1618-1628 Arq.: Giovanni Battista Aleotti



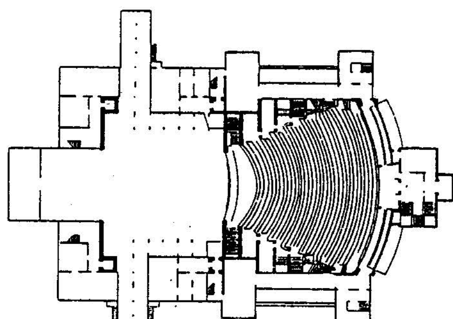
❶ Sección del Teatro alla Scala, Milán, 1779 Arq.: Piermarini



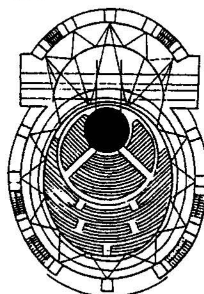
❷ Planta del Teatro alla Scala, Milán, 1779 Arq.: Piermarini



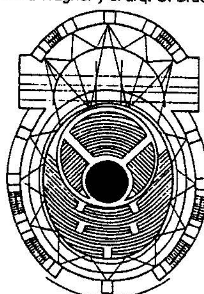
❸ Sección del Festspeilhaus, Bayreuth, 1876 Richard Wagner y el arq. O. Bruckwald



❹ Planta del Festspeilhaus, Bayreuth, 1876 Richard Wagner y el arq. O. Bruckwald



❺ Walter Gropius, proyecto de "teatro total", 1927



❻ → ❺ giro del escenario

Barroco

El teatro de palcos con escenario tipo proscenio es el que se aplica comúnmente. Teatro San Carlo de Nápoles, pág. 220 → ❼, y Teatro alla Scala, Milán → ❶ + ❷, son los referentes para la construcción de óperas durante los siglos XVIII y XIX, así como también para el nuevo teatro Met neoyorquino en 1966.

Siglos XIX y XX

Festspeilhaus de Bayreuth → ❸ + ❹. Richard Wagner estableció con la forma de su teatro un contrapunto a la gran Ópera de París. El proyecto de "teatro total" de Walter Gropius y Erwin Piscator (véase *Die Bühne im Bauhaus*, Dessau, 1924) tenía un espacio giratorio para los espectadores, escenario con sistema de cinta transportadora y posibilidad de proyectar imágenes en las paredes y en el techo → ❺ + ❻. Schaubühne, en la Lehniner Platz, Berlín, primer gran teatro moderno con un espacio flexible (remodelación del edificio Universum de Erich Mendelsohn, 1928 → pág. 225. Ópera de la Bastilla, París, el mayor escenario hasta la actualidad, con diez escenarios laterales a dos niveles.

Tendencias en la construcción actual de teatros

Coexisten dos tendencias. 1 - Conservación, restauración y modernización de los teatros existentes del siglo XIX hasta mediados del siglo XX → pág. 230. 2 - Construcciones de nueva planta con un carácter espacial "experimental" y abierto, por ejemplo, la Schaubühne de Berlín → pág. 225. En la misma dirección se encuentran las numerosas transformaciones de espacios existentes en talleres de teatro con capacidad para 80-160 espectadores.

Diferentes modelos para la construcción de teatros

1. La ópera:

En la tradición de los teatros de ópera italianos de los siglos XVII y XIX → ❶ + ❷. Se caracteriza por una clara separación espacial entre la sala de espectadores y el escenario a través del foso de la orquesta, por su gran capacidad (entre 1.000 y casi 4.000 plazas) y por el correspondiente sistema de palcos y pisos necesarios para acoger al numeroso público; por ejemplo, Scala de Milán: 3.600 plazas; Deutsche Oper de Berlín: 1.986 plazas; Metropolitan Opera de Nueva York: 3.788 plazas; Ópera de la Bastilla de París: 2.700 plazas. Festspeilhaus de Bayreuth es el contrapunto a la forma de la ópera como teatro de pisos y palcos; está ideado como un teatro semicircular, según el modelo grecorromano, pero solo tiene 1.645 plazas → ❸ + ❹.

2. El teatro:

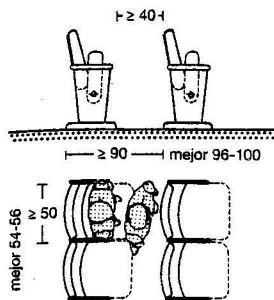
Continuador de la tradición de la reforma teatral alemana del siglo XIX, se caracteriza por la forma semicircular en pendiente (es decir, que los espectadores se sientan en una superficie curva inclinada) y por un gran proscenio (espacio de representación delante de la boca del escenario). Sin embargo, el teatro se sitúa sobre todo en el marco de la tradición teatral inglesa → pág. 221 ❹, es decir, superficie de representación en la propia sala. En la década de 1970 se produjeron diversos experimentos teatrales sobre formas espaciales abiertas. Un buen ejemplo de las posibilidades de variación espacial es la Schaubühne de Berlín → pág. 225.

3. Teatro de tres sectores:

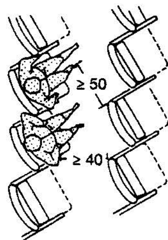
Un caso particular en la zona de habla alemana, una combinación entre ópera, teatro y ballet. El espacio viene determinado por las exigencias de la ópera. Cabe prever las conexiones necesarias con los espacios auxiliares (almacenes, bambalinas y talleres) en los constantes cambios de decorado. Ejemplo: Teatro Municipal de Heilbronn (Biste y Gerling, 1982) → pág. 229 ❹.

4. Teatros musicales:

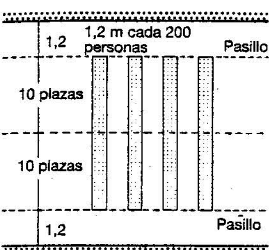
Este tipo de teatros no es una tipología en sí, sino que, por lo general, es erigido por empresarios particulares para un musical en concreto. En este caso, el desafío principal para el proyectista es adaptar el teatro al concepto del musical, considerando además un posible uso futuro del edificio para distintas producciones.



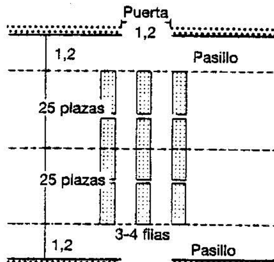
❶ Dimensiones de las butacas abatibles



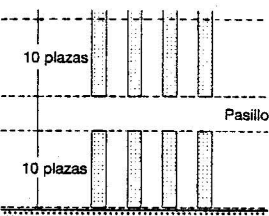
❷ Los asientos abatibles colocados en diagonal permiten libertad en la posición de los codos



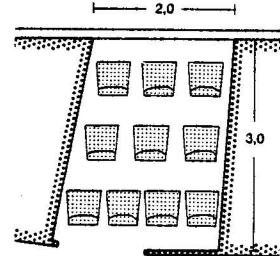
❸ Anchura de las filas, 20 plazas.



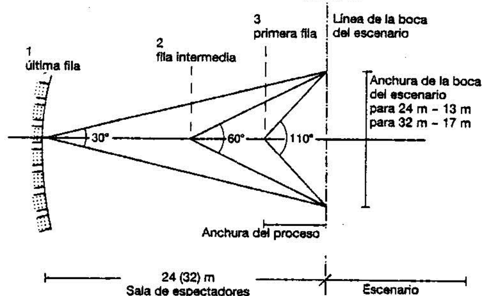
❹ Anchura de las filas, 25 plazas; es necesaria una puerta



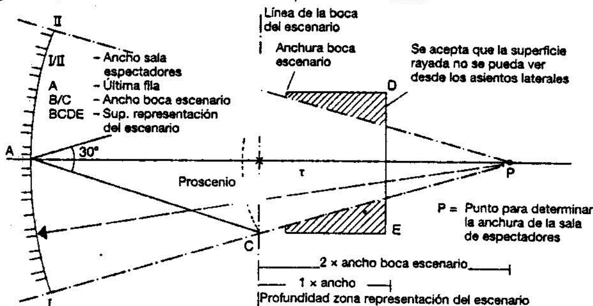
❺ Anchura de las filas, máximo 10 plazas a la derecha y a la izquierda por cada pasillo lateral



❻ Los palcos pueden tener ≤ 10 sillas sueltas, y un número mayor de asientos fijos. Superficie por persona ≥ 0,65 m²



❼ Proporciones clásicas de la sala de espectadores. Plantas



❽ Anchura de la sala de espectadores

Este apartado toma como referencia la ordenanza alemana que rige a partir de los 200 espectadores.

Sala de espectadores y escenario

Tamaño de la sala de espectadores: el número de espectadores determina la superficie necesaria. Para los espectadores sentados se debe contar con ≥ 0,5 m²/espectador. Esta cifra resulta de:

Anchura del asiento y separación entre filas ≥ 0,45 m² /espectador

suplemento ≥ 0,5 × ≥ 0,9 = 0,05 m² /espectador

≥ 0,5 m² → ❶.

Longitud de la fila por pasillo: 16 asientos → ❸ + ❺ ; 25 plazas por pasillo si existe una puerta de salida de 1 m de anchura cada 3 o 4 filas → ❹

Salidas, recorridos de evacuación de 1 m de anchura por cada 150 personas (como mínimo 0,8 m) → ❸ – ❺.

El 1% de las butacas debe ser accesible con silla de ruedas (como mínimo, 2 plazas); debe haber un lugar para colocar la silla de ruedas, a ser posible junto a la plaza del acompañante.

Volumen del espacio:

Depende de los requisitos acústicos (reverberación); teatro: aprox. 4-5 m³/espectador; ópera: aprox. 6-8 m³/espectador. El volumen de aire tampoco puede ser menor por motivos de climatización, para evitar una velocidad excesiva de renovación del aire (corrientes).

Proporciones de la sala de espectadores

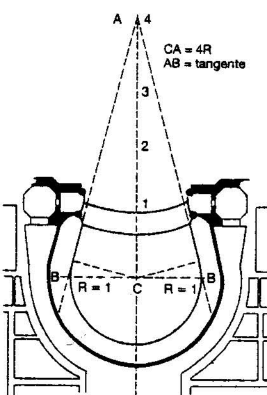
Depende del ángulo psicológico de percepción y del ángulo visual de los espectadores, p. ej., de la exigencia de que exista una buena visión del escenario desde todas las plazas.

1. Buena visibilidad, sin mover la cabeza, pero girando los ojos ligeramente, aprox. 30°.
2. Buena visibilidad, sin mover la cabeza, pero girando los ojos ligeramente, aprox. 60° → ❼.
3. Máximo ángulo psicológico de percepción sin mover la cabeza: aprox. 110°, es decir, que en este ángulo aún se perciben todos los acontecimientos en el "ángulo visual". Más allá de este campo resultan inseguridades, porque "algo" queda fuera del campo visual.
4. Moviendo la cabeza y la espalda se puede llegar a tener un campo perceptivo de 360°.

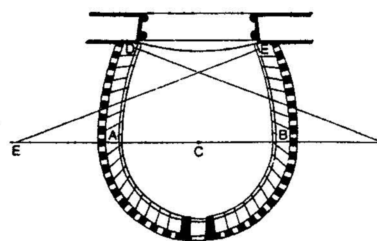
Proporciones de la sala de espectadores clásica

(Óperas, teatros de tres sectores, teatros tradicionales) → ❼. La separación de la última fila hasta la boca del escenario no debe superar: 24 m en los teatros (máxima distancia a la que aún se reconoce una persona), 32 m en las óperas (aún se distinguen los movimientos).

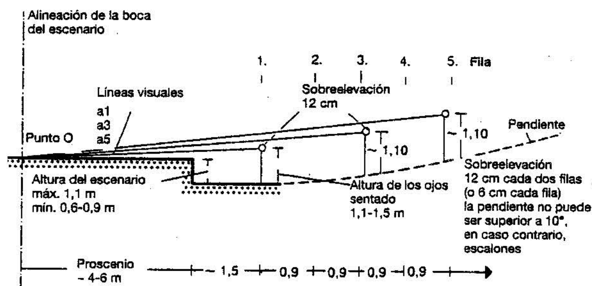
La anchura de la sala de espectadores está en función de que los espectadores sentados en los extremos laterales puedan ver el escenario → ❽. Son posibles muchas variaciones; las proporciones agradables y, en parte, las buenas condiciones acústicas de los teatros clásicos de los siglos XVIII y XIX se basan en reglas de proporciones especiales → ❾ + ❿.



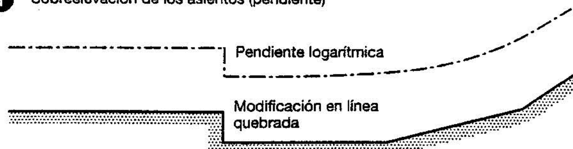
❾ Construcción del contorno de la sala de espectadores del Gran Teatro de Burdeos Arq.: Victor Louis. 1778



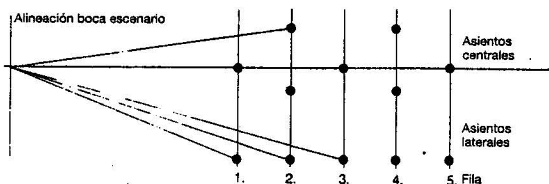
❿ Construcción de la curva de la sala del Teatro alla Scala de Milán Arq.: Piermarini



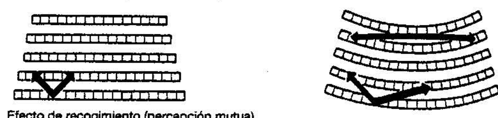
❶ Sobreelevación de los asientos (pendiente)



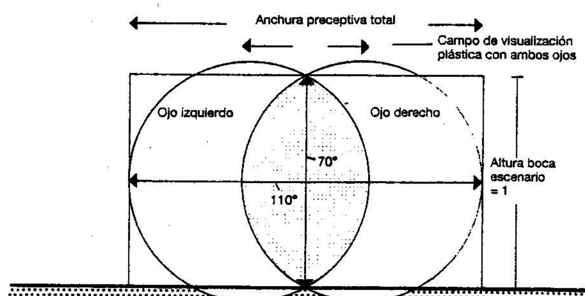
❷ Curva de pendiente y su modificación



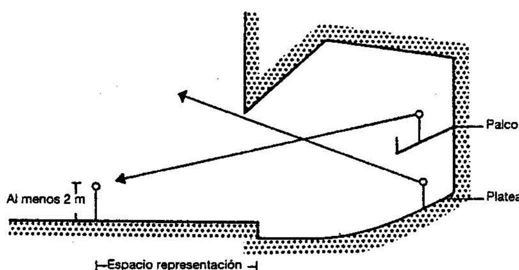
❸ El desplazamiento de asientos en una fila se consigue variando la anchura de los asientos (0,5-0,53-0,56)



❹ Relaciones del público y con el escenario



❺ Campo perceptivo y proporciones del marco del escenario



❻ Teatro de pisos y visibilidad del escenario

La sobreelevación de los asientos (pendiente) de la sala de espectadores depende de las líneas visuales. La construcción geométrica de las líneas visuales sirve para todas las plazas de la sala de espectadores (tanto en la platea como en los pisos) → ❶.
Se parte de que los espectadores están sentados al tresbolillo, por lo que solo se necesita que cada segunda fila tenga una sobreelevación visual completa (12 cm). Existe bibliografía especializada en los cálculos de los problemas visuales en los teatros, en las que incluso se llega a tener en cuenta la posibilidad de una distribución aleatoria de espectadores de diferente altura.
Las filas de espectadores no solo deberían aproximarse a una forma semicircular para mejorar la orientación visual hacia el escenario, sino también para conseguir una mejor percepción mutua (efecto de recogimiento) → ❹.

Sección de la sala de espectadores: en primer lugar se debe fijar la altura de la boca del escenario. En los teatros con gradas semicirculares debería cumplirse la siguiente relación:

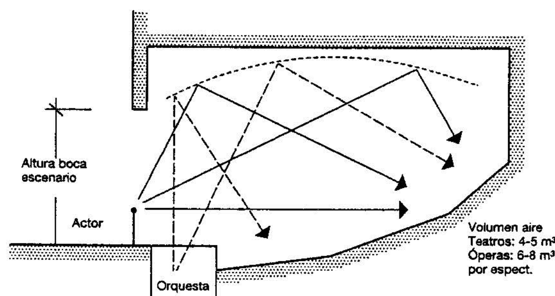
$$\frac{\text{altura de la boca del escenario}}{\text{anchura de la boca del escenario}} = \frac{1}{1{,}6}$$

Esta relación contiene la sección áurea y el campo de percepción psicológica → ❺. Después de determinar la altura de la boca del escenario, la altura del escenario, la pendiente de la platea y el volumen de la sala, se obtiene el contorno del techo según requisitos acústicos. Se debe intentar que las ondas acústicas reflejadas desde el escenario y el proscenio se repartan uniformemente por la sala. Los pisos deben garantizar una visión lo suficientemente profunda del escenario incluso desde las plazas superiores → ❼. Si es preciso, se debe aumentar la altura de la boca del escenario. → ❻.

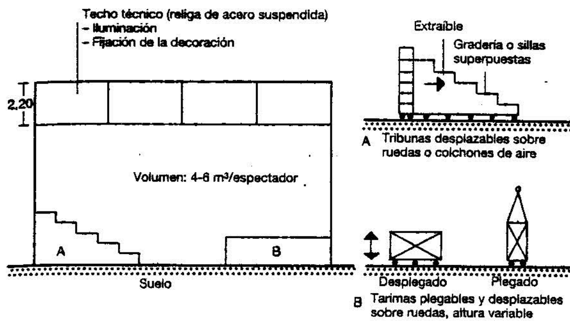
Proporciones de un espacio experimental → pág. 225
Se trata de espacios neutrales o abiertos para representaciones teatrales, que permiten varias posibilidades de distribución de los espectadores y disposición del escenario.
Esta ordenación variable se consigue:

A. Mediante tarima móvil para el escenario y tribunas móviles para los espectadores. El suelo es fijo.
B. Mediante un suelo móvil formado por tarimas levadizas. Esta solución es mucho más compleja técnicamente y también bastante más cara que la solución A; por ello, solo suele emplearse en salas con una capacidad mínima de 150-450 personas.

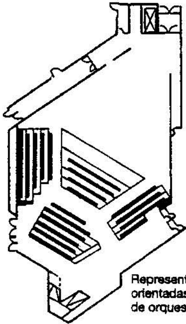
El tipo A pequeño es apropiado para pequeños teatros y para espacios no especializados, que por lo general no disponen de suficiente espacio debajo. Máximo 199 plazas, pues las ordenanzas locales rigen a partir de un aforo de 200 personas.
199 plazas × 0,5 m² = 100 m² (2/3) + 30 m² (1/3) sup. escen. = 130 m²



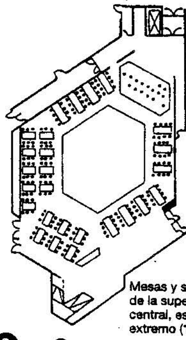
❼ La acústica debe ajustarse con medidas que se adecuen a la forma del falso techo o de los techos acústicos → pág. 232



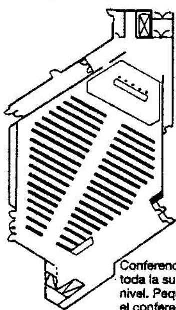
❶ Espacio experimental para representaciones teatrales



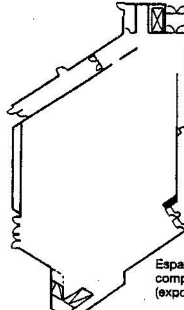
❷ Variantes espaciales del Teatro Municipal de Münster; edificio pequeño



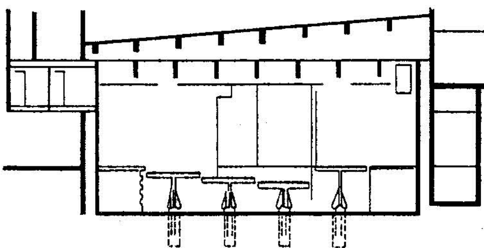
❸ → ❷



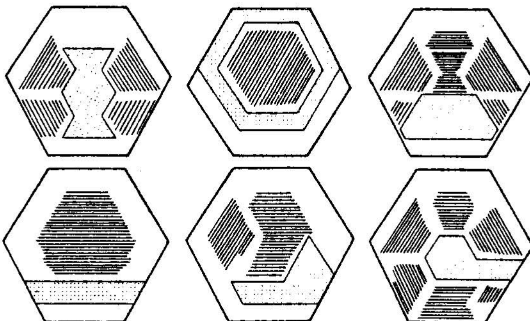
❹ → ❷



❺ Arqs.: V. Hausen, Rawe, Ruhnau



❻ Teatro de Ulm, sección longitudinal del escenario Arq.: F. Schäfer



❼ Podium de Ulm, seis posibles variaciones de las superficies para la representación

Dimensiones del escenario

La ordenanza alemana (válida para espacios de reunión de más de 200 plazas) diferencia dos categorías de escenarios: grandes escenarios y espacio escénico (teatro de una sala).

Grandes escenarios

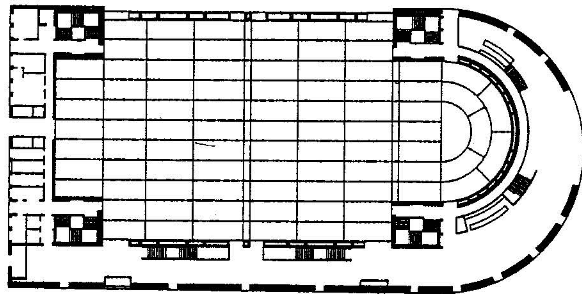
Se consideran grandes escenarios aquellos de más de 200 m² detrás de la boca del escenario y con una altura de la parte superior al escenario de más de 2,5 m sobre la boca del escenario o con un foso de escenario. La exigencia primordial es la separación contra incendios entre el escenario y el público, de modo que en este casi es necesario instalar una cortina metálica contra incendios como barrera en caso de emergencia.

Espacio escénico

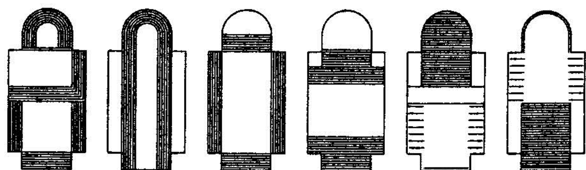
Los espacios escénicos se diferencian entre aquellos de más y de menos de 200 m², y entre aquellos con y sin rociadores automáticos contra incendios. Lo especial del espacio escénico radica en las disposiciones para las cortinas y las decoraciones, que tienen que ver con el funcionamiento de un espacio escénico y no con su proyecto.
Las salas experimentales pueden eliminar la separación entre escenario y público de diversas formas, mediante diferentes suelos (levadizos y tarimas) y con la disposición libre de las zonas de espectadores y de actuación. Ejemplo: Schaubühne de Berlín → ❽ - ❾.

Sección espacial en teatros de una sala

En salas de teatro simples puede prescindirse de techo técnico → ❶, en este caso, deben preverse elementos manuales (barras que mediante cabrestantes pueden ser tiradas hacia el techo). Por lo general, los grandes teatros tienen una sala flexible más pequeña para puestas en escena experimentales. Ejemplo: teatro Podium, Ulm, obra del arquitecto Schäfer, 150-200 plazas, 1969 → ❻ + ❼. Teatro Municipal de Münster, sala pequeña, obra de los arquitectos Hansen, Rane, Ruhnau, 1971, 180-380 plazas, el espacio central es variable a través de podios levadizos → ❷ - ❺.



❽ Schaubühne, Berlín, 1982 Arq.: J. Sawade



❾ Schaubühne de Berlín, seis posibles variaciones en la ubicación del escenario

Escenarios de bambalinas

Los sistemas clásicos de escenarios de los siglos XVIII y XIX se componían solo de un escenario principal; el cambio de escena se ejecutaba con bambalinas móviles pintadas, lo que ahorraba mucho espacio y era muy rápido de ejecutar. Un pequeño escenario posterior tenía como función proporcionar espacio para perspectivas profundas en el escenario → ❶.

Escenario tipo proscenio

Para poder cambiar rápidamente las escenografías más complicadas, se agregaron escenarios con unas dimensiones similares al principal en los laterales y en la parte inferior, de modo que puedan cambiarse del todo las decoraciones durante la representación, sin grandes complicaciones: con la ayuda de un carro, una tarima levadiza o un podio giratorio → ❷.

A la hora de proyectar, deben tenerse en cuenta ciertas condiciones técnicas, como, por ejemplo, si una placa giratoria sobre un carro es suficiente o si un podio giratorio se debe ejecutar con elementos levadizos particulares o como podio giratorio de dos niveles.

Proporciones del escenario

Las proporciones de un escenario se desarrollan desde la línea visual del espacio de espectadores. La superficie de escenario es aquella donde se actúa más las circulaciones y las zonas de trabajo. El principio para proyectar un escenario tradicional tipo proscenio → ❸ + ❹.

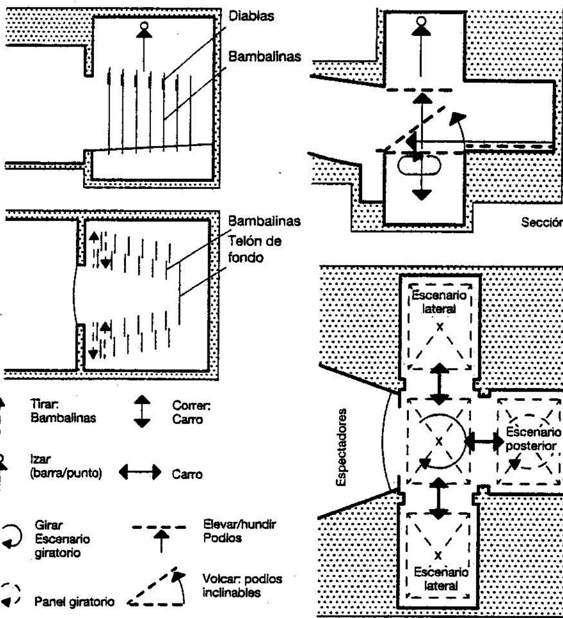
Las superficies móviles de los espacios escénicos se componen de podios regulables en altura o de podios levadizos. La variación de la forma se logra mediante la partición de la superficie en elementos individuales. Medida general 1 × 2 m.

Sección de la caja escénica

El tamaño de la caja escénica se determina por el número de telones de fondo existentes, que mediante técnicas levadizas o correderas pueden incorporarse rápidamente al escenario. Por lo común, cuenta como mínimo con un escenario lateral y uno posterior. La altura de la caja escénica se define según el telón metálico, que debe cerrarse en caso de incendio en máx. 30 segundos, separando el sector del público de la caja escénica. Esta separación es total, pues el telón metálico debe conectarse con muros cortafuego RF90 y no se permite ningún conducto o elemento escenográfico en su entorno.

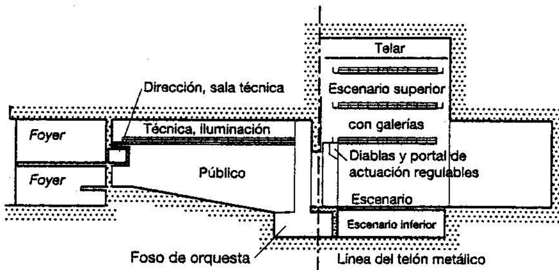
Sala de dirección

Control de la iluminación y el sonido al frente del escenario, con podio de mezcla de sonido, control de iluminación, conexiones de ordenadores y técnicas de proyección → ❸.

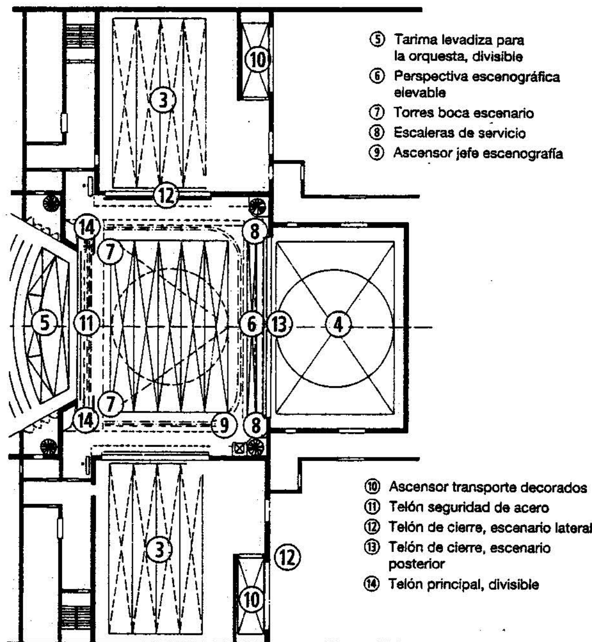


❶ Teatro de bambalinas, cambios de escenas corriendo las bambalinas pintadas

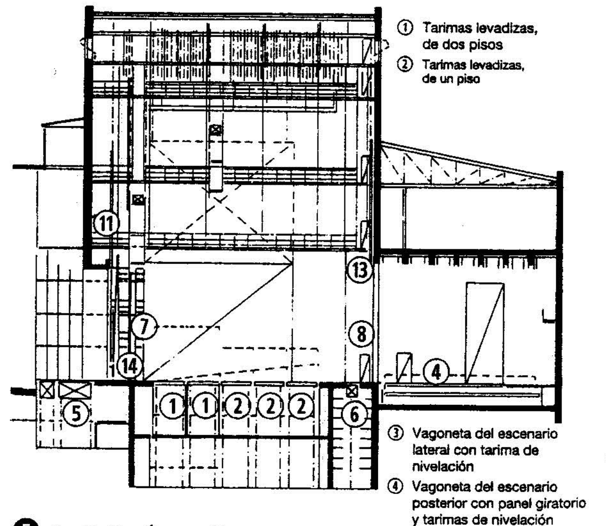
❷ Escenario tipo proscenio, grandes escenarios laterales y posteriores posibilitan un rápido cambio de escenario



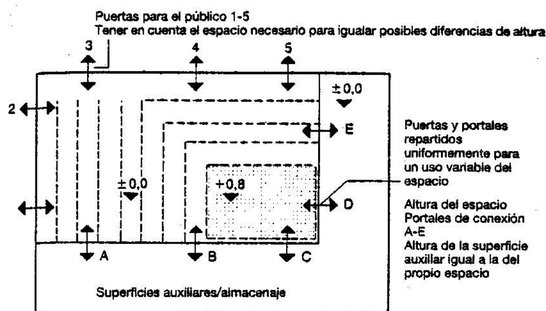
❸ Sección de un teatro



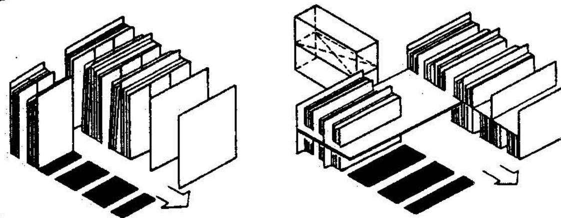
❹ Planta tipo. Ópera



❺ Sección tipo. Ópera → ❹



❶ Superficies auxiliares/almacenaje

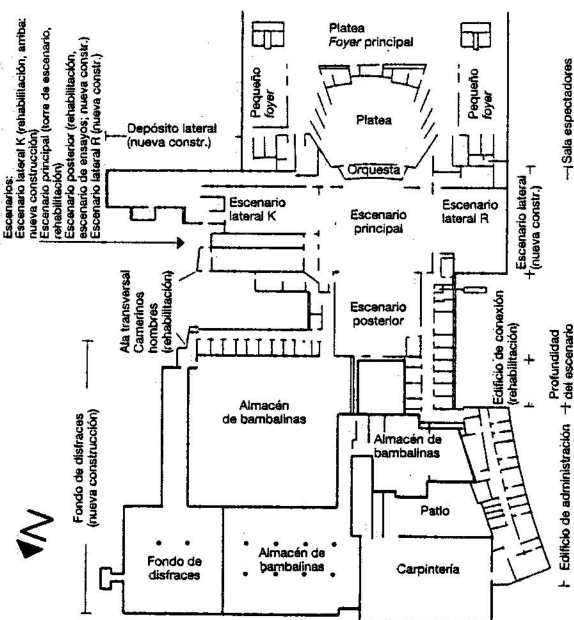


- De pie en boxes, transporte manual, elevado porcentaje de superficie de circulación, altura: 9-12
- Tumbadas en boxes, transporte manual, elevado porcentaje de superficies de circulación

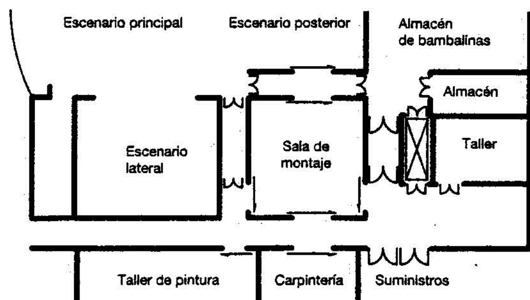
❷ Almacenaje tradicional de bambalinas

- Carga de contenedores a lo largo del escenario lateral, o de una superficie especial de almacenaje
- Transporte de contenedores a depósitos del exterior
- Almacenaje en estanterías de varias plantas, dirigido por computadora

❸ Almacenaje moderno de bambalinas



❹ Deutsche Oper, Berlín, planta



❺ Accesos desde los espacios auxiliares del escenario al escenario. La altura y anchura de las puertas y del ascensor deben coincidir con la altura máxima de las bambalinas y cumplir las normativas contra incendios.

Escenarios para teatro experimental

Los escenarios necesitan superficies auxiliares para los decorados y un lugar donde dejar las tarimas y tribunas. La superficie auxiliar debería tener un tamaño similar al escenario. El espacio necesario de depósito se calcula a partir del volumen que ocupan las tarimas y tribunas plegadas. La superficie auxiliar más la superficie de depósito es aprox. el 30 % del espacio total → ❶.

Generalmente, en las superficies de representación se utilizan bastante menos decoración que en los escenarios normales, por la necesidad de visibilidad desde varios lados y las normativas de seguridad que restringen el uso de decorados.

Grandes escenarios

Los depósitos sirven para guardar objetos y decorados escénicos. Se distingue entre: depósitos para decorados, perspectivas, muebles y accesorios, depósitos de disfraces, sombreros, zapatos, máscaras, pelucas, luminarias, etc. Los depósitos de decorados y disfraces son los que necesitan mayor superficie.

Depósito de decorados:

En el caso de elementos pesados, es preciso que esté situado al nivel del escenario e inmediatamente al lado suyo. Para dimensionar los depósitos de decorados y disfraces se debe partir del número de escenificaciones incluidas en el repertorio.

En los teatros, generalmente de 10 a 12 piezas, en las óperas hasta 50 puestas en escena y más.

Por cada pieza/escenificación se necesita un espacio de depósito aprox. del 20 al 25 % de la superficie de representación, es decir, en los teatros, unas 3 veces la superficie del escenario, y en las óperas, al menos 10 veces. La práctica demuestra que, con el tiempo, los depósitos siempre llegan a ser demasiado pequeños, por lo que los teatros y las óperas suelen tener depósitos fuera de sus edificios.

Las grandes exigencias de transporte han obligado a introducir las técnicas de transporte y almacenaje más modernas: sistemas de contenedores con almacenaje controlado por ordenador.

Por escenificación, aprox. 2-4 contenedores (en óperas especiales puede llegarse a 12 contenedores).

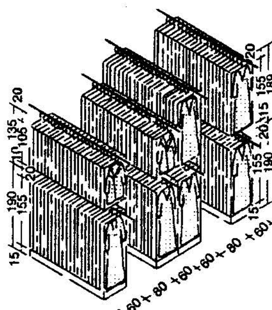
Ejemplos:

Deutsche Oper de Berlín: depósitos directamente conectados con el escenario → ❹.

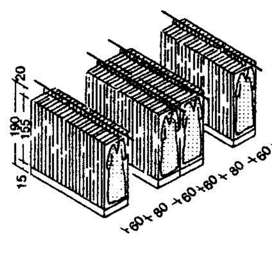
Teatro Nacional de Mannheim: almacenaje en contenedores fuera del edificio.

La superficie necesaria para almacenar los disfraces depende también del número de escenificaciones incluidas en el repertorio y del tamaño de la compañía, por ejemplo, además de los actores, coro y ballet.

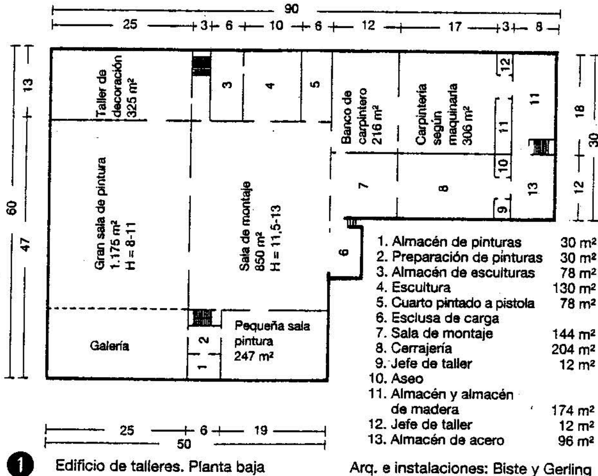
Espacio necesario para los disfraces: 1-12 cm disfraz o 1-15 disfraces por metro lineal de barra → ❻ – ❼.



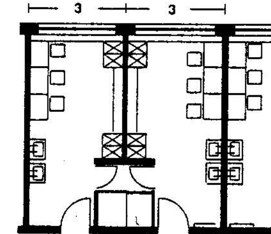
❻ Almacenaje de disfraces en dos niveles en barras fijas



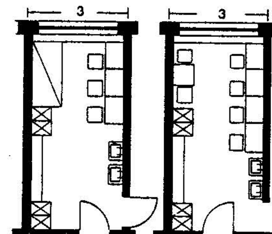
❼ En un nivel → ❻



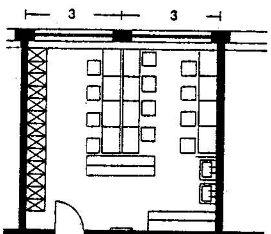
❶ Edificio de talleres. Planta baja — Arq. e instalaciones: Biste y Gerling



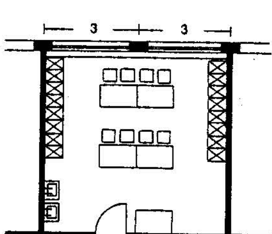
❷ Camerinos para solistas ≥ 3,8-5 m²/persona



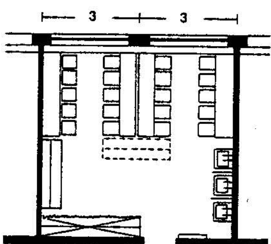
❸ Camerinos para solistas ≥ 5 m²/persona



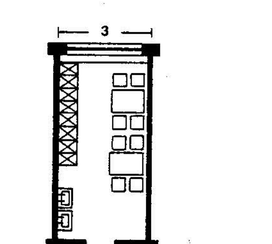
❹ Camerinos para el coro ≥ 2,75 m²/persona



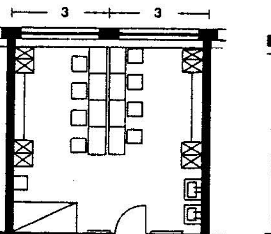
❺ Vestuario y sala de afinar para los miembros de la orquesta ≥ 2 m²/persona



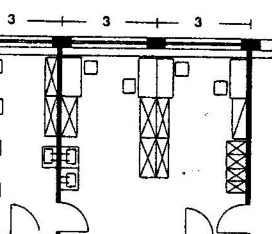
❻ Camerinos para el coro extra y/o figurantes ≥ 1,65 m²/persona



❼ Vestuario y sala de estar para el personal técnico



❽ Camerino para el ballet ≥ 4 m²/persona



❾ Sala de maquillaje y taller para los pintores de máscaras

Talleres para la fabricación de decorados

La superficie necesaria para talleres en teatros de tamaño medio (teatros y teatros de 3 sectores) equivale a 4-5 veces la superficie del escenario principal. En las grandes óperas y teatros equivale hasta 10 veces la superficie del teatro. Situar los talleres a un solo nivel, tanto en el propio edificio como en el exterior.
Los talleres de decorados se dividen en:

a) Sala de pintura: la superficie debe dimensionarse de manera que se puedan colocar en el suelo dos grandes perspectivas u horizontes curvos para pintarlos a la vez. Tamaño medio de un horizonte curvo: 10 × 36 m. Posibilidad de dividir la sala mediante una cortina densa, para poder realizar trabajos de pintado a pistola. Calefacción en el suelo para secar las perspectivas recién pintadas. Pavimento de madera para atirantar las telas. Junto a la sala de pintura debe estar la sala de coser para unir los paneles. Tamaño: aprox. 1/4 de la sala de pintura.
b) Carpintería: subdivisión en sala con banco de trabajo y maquinaria. Pavimento de madera. Almacén de madera con capacidad para 3 a 10 producciones.
c) Tapicería: aprox.: 1/10 de la sala de pintura.
d) Cerrajería: igual que carpintería, pavimento de mortero.
e) Taller de ocultación: tamaño como b) o d).
f) Los talleres se deben agrupar en torno a una sala de montaje. Esta sala sirve para el montaje de ensayo de los decorados. Superficie equivalente a la superficie del escenario. Debe tener 2 m más de altura que la boca del escenario, diámetro: 9-10 m.
g) Se deben prever vestuarios, aseos y salas de estar (cantina) para el personal técnico y una oficina para los directivos técnicos. Talleres adicionales para arcilla, iluminación y disfraces. Tamaño según los requisitos de cada teatro (intensidad de producción, equipamiento, personal).

Salas para el personal

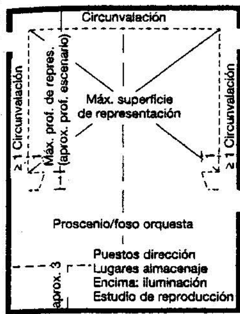
Personal artístico, intendencia, administración.
Históricamente, las salas para el personal se situaban —desfavorablemente para el funcionamiento del teatro— a ambos lados del escenario: a la izquierda para las actrices y a la derecha para los actores. En la actualidad, las salas para el personal se disponen a un solo lado, frente al sector técnico, en varios pisos. También suelen alojarse en ese lugar los talleres para pintar máscaras, talleres de disfraces, administración e intendencia.
Camerinos: → ❷ - ❾ plantas tipo.

Público	**Instalación sanitaria**
Para 40-75 mujeres	1 inodoro, 1 lavabo
Para 60-100 hombres	1 inodoro, 2 urinarios, 1 lavabo
Actores, cantantes de ópera (incluyendo coro, ballet y comparsa)	
Para 10 mujeres	1 inodoro
Para 15 hombres	1 inodoro, 2 urinarios
Por solista	1 lavabo
Para un camerino de dos solistas	1 lavabo, 1 ducha
Para todos los camerinos de solistas [1]	2 bañeras
Para cada 4 bailarines, cantantes de coro o miembros de la comparsa [1]	2 lavabos, 1 ducha
Para el cuerpo de ballet [1]	2-4 lavapiés
Personal de talleres y demás	
Para 15 mujeres	1 inodoro
Para 20 hombres	1 inodoro, 2 urinarios
Para 4 personas [1]	1 lavabo
Para 4 personas [1]	1 ducha
Para 10 personas [1]	1 bañera

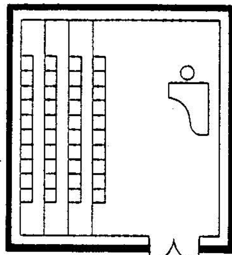
Se calcula que la composición del público es de 60 % mujeres y 40 % hombres
[1] Estas dotaciones deben estar separadas para hombres y mujeres

❿ Valores orientativos para las instalaciones sanitarias en un teatro

CAMERINOS/OFICINAS Y ESPACIOS PARA EL PÚBLICO

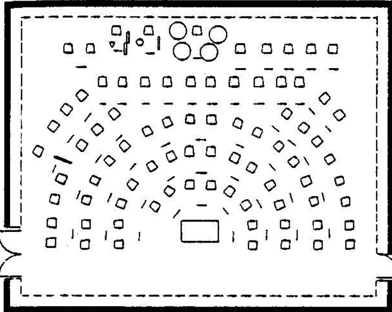


❶ Gran espacio de ensayo. Planta tipo



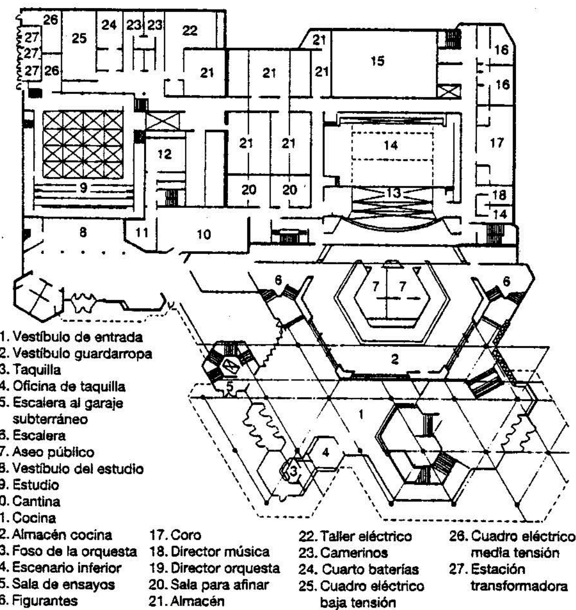
Aprox. 1,4 m²/cantante; al menos 50 m²
Aprox. 7 m³/cantante

❷ Sala de ensayo para el coro. Planta tipo

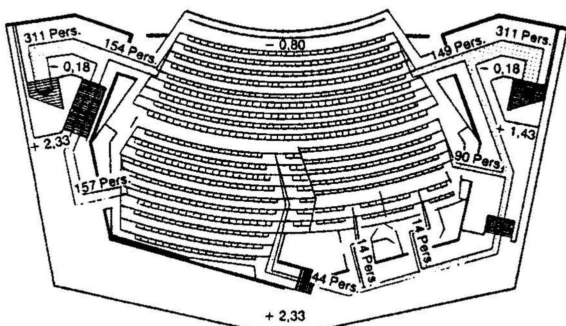


Aprox. 2-2,4 m²/músicos
Aprox. 8-10 m³/músicos

❸ Sala de ensayo para la orquesta/planta tipo



❹ Planta de acceso. Teatro Municipal, Heilbronn Arqs.: Biste y Gerling



❺ Plan de evacuación del Teatro Municipal, Tréveris (626 plazas), 1964
Arqs.: G. Graubner y H. Schneider. Instalaciones: A. Zotzmann

Salas de ensayo

Todo teatro necesita al menos un escenario de ensayo. Por ejemplo, en un teatro pequeño: en el escenario los decorados de la obra en cartel, en el escenario de ensayo, pruebas de la próxima representación. Dimensiones en función del tamaño del escenario principal. Planta tipo del escenario de ensayo de un teatro tradicional → ❶. En los teatros de 3 sectores y en las óperas se necesita además una sala de ensayo para la orquesta → ❸, el coro → ❷, solistas y ballet.

Teatro experimental: aunque en forma reducida, también necesita salas de ensayo y para el personal, talleres y depósitos, cuando tiene una programación continua.

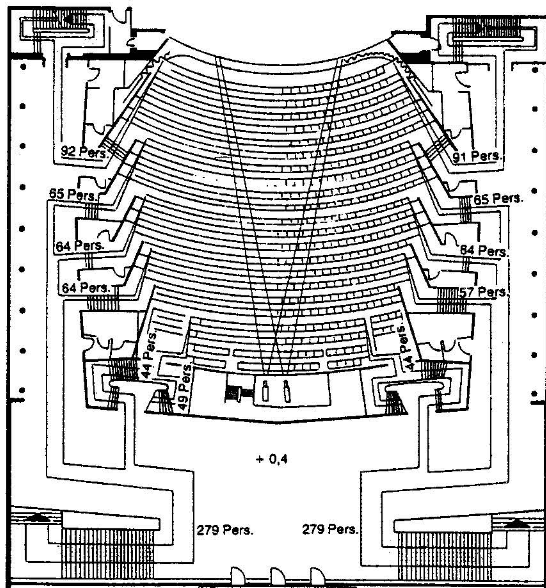
Cuartos de instalaciones: transformador eléctrico, cuadros eléctricos, baterías de emergencia, instalación aire acondicionado y suministro agua (alimentación instalación de rociadores). Depende de las características del emplazamiento y el planeamiento técnico.

Salas para el público

1. Las óperas clásicas italianas solo poseían unos accesos y escaleras estrechos. No había un verdadero *foyer*. En cambio, las grandes salas para el público de la ópera de París impresionan por sus dimensiones. El incendio del teatro vienés en 1881 provocó grandes cambios en la construcción de teatros. A partir de entonces se exigieron cajas de escaleras de emergencia para el público cerradas y separadas en cada piso, medida que aún sigue en vigor en parte.
2. En los teatros tradicionales, los *foyers* se dividen en: el verdadero *foyer* (salón de descanso), restaurante (bufé), *foyer* para fumadores. Superficie del *foyer*: 0,8-2 m²/espectador. El valor realista está comprendido entre 0,6 y 0,8 m²/espectador. En la actualidad ha variado la función del *foyer*. Se debe prever también la realización de exposiciones y la representación de obras.

Guardarropa: 4 m por cada 100 visitantes. En la actualidad a veces se instalan taquillas. Una taquilla por cada 4 visitantes. El *foyer* es también sala de espera y un lugar donde se forman colas. Junto al *foyer* se deben colocar unos aseos, generalmente un aseo/100 personas, 1/3 de la superficie para hombres y 2/3 para mujeres. Como mínimo un aseo para hombres y otro para mujeres → pág. 228 ❿. Vestíbulo (cortavientos) con las taquillas de venta de entradas, diurnas y nocturnas, que deberían enfrentarse.

Accesos exteriores, recorridos de evacuación: en función de las características del emplazamiento → pág. 235 ❹ – ❺ y las ordenanzas locales.



❻ Plan de evacuación del Teatro Municipal, Lünen (765 plazas), 1958
Arq.: G. Graubner. Instalaciones: W. Ehle

véase también:
Emplazamiento de edificios
→ pág. 235

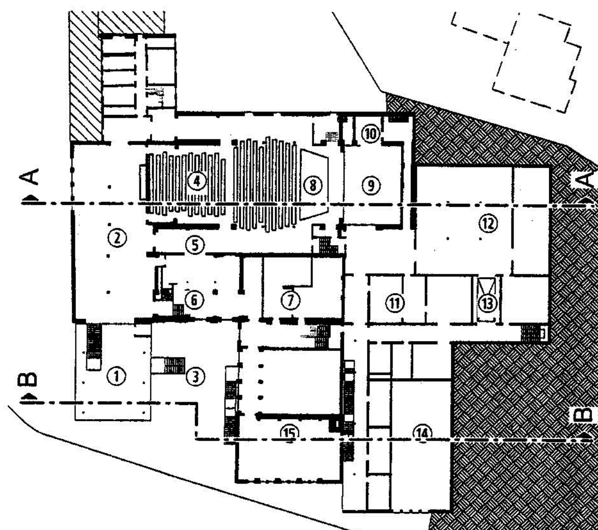
Teatro regional de Sajonia, Radebeul

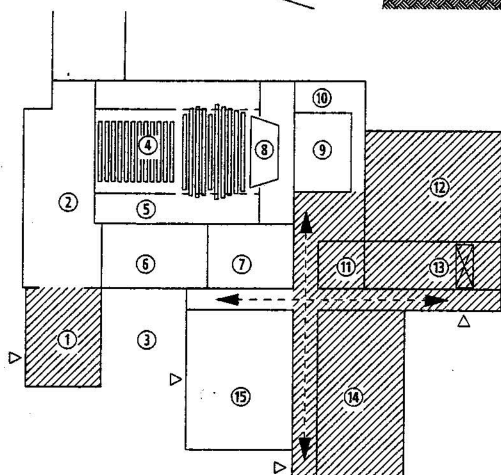
Sede de un teatro itinerante de renombre con una programación de música, danza y teatro; antes de la remodelación se componía de un aglomerado de anexos y remodelaciones de diversas épocas pertenecientes a un antiguo salón de invitados. Debieron resolverse los problemas funcionales y de organización del conjunto y mejorar la apariencia externa del edificio.

El acceso para los espectadores se amplió mediante un nuevo *foyer* a doble altura de vidrio y acero que alberga el guardarropa, el vestíbulo y un bar.

Una ampliación del almacén y de las salas anexas del escenario pudo efectuarse solamente hacia un solo lado, por los límites del solar y su topografía. A pesar de ello, se otorgó especial importancia a una relación funcional de talleres, salas de ensayo y salas de utilería. Otra parte de las medidas abarcó la mejora de la seguridad contra incendios y de seguridad en el trabajo.

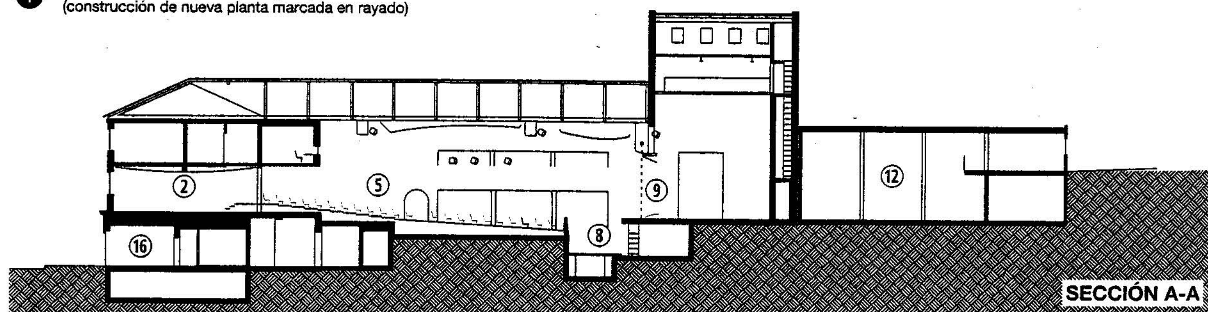
En el caso de las instalaciones del escenario, solo se remodeló lo que había y se completó mínimamente. Se evitaron soluciones técnicamente complicadas (como tarimas levadizas o podios giratorios) para que las obras teatrales pudieran representarse también en escenarios sencillos. Los nuevos anexos pueden distinguirse aún después de la ampliación al edificio.

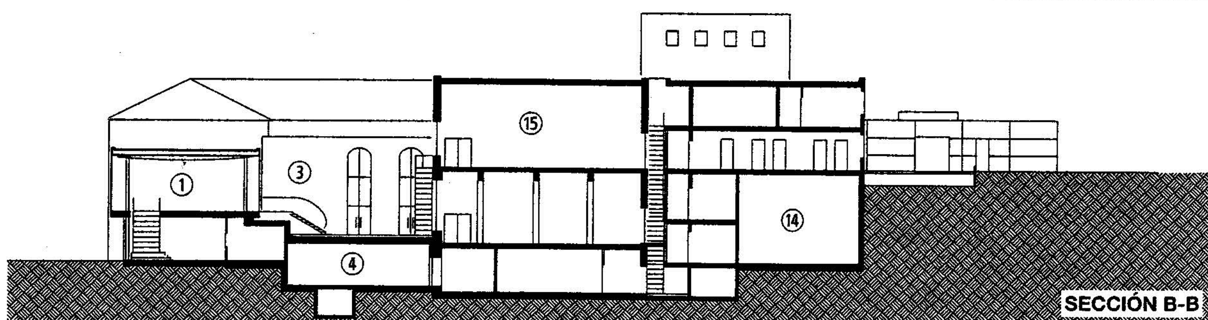




① *Foyer* nuevo
② *Foyer* principal
③ Patio
④ Guardarropa, sanitarios
⑤ Salón
⑥ Cafetería
⑦ Camerinos
⑧ Foso de orquesta
⑨ Escenario
⑩ Escenario lateral
⑪ Máscaras escénicas
⑫ Depósito de decorados
⑬ Almacén
⑭ Camerinos, sala de ensayos de la orquesta
⑮ Sala de ensayos pequeña, sala de ballet
⑯ Restaurantes externos

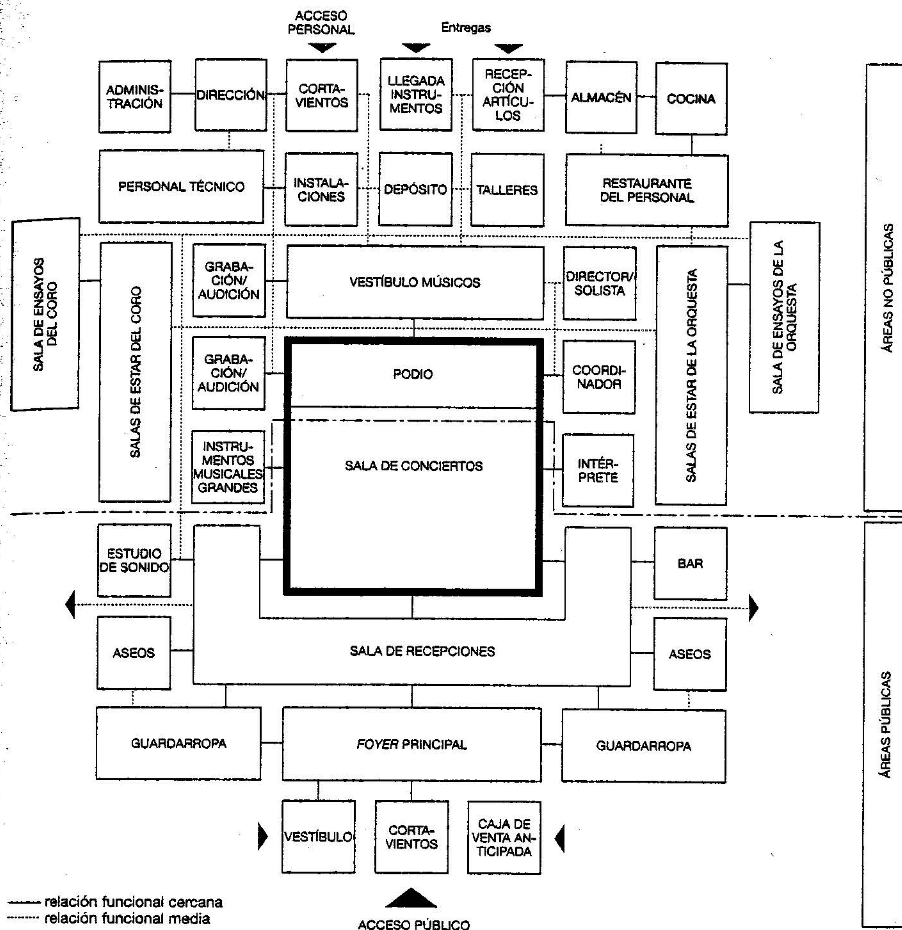
1 Planta del teatro regional de Sajonia, Radebeul. (construcción de nueva planta marcada en rayado)





2 Secciones del teatro regional de Sajonia, Radebeul

Arqs.: meyer + bassin



❶ Esquema de funciones de un edificio de conciertos de una sala

SALAS DE CONCIERTOS

ORIGEN, VARIANTES

Salas multiuso acústicas

Las iglesias fueron las primeras salas de conciertos, aunque producen fuertes ecos. Su reverberación aumenta la sacralidad del lugar; las cúpulas y las bóvedas son problemáticas para la interpretación por el eco.

Para los primeros teatros se construyeron escenarios con auditorios en salones. La buena comprensión de la palabra era posible por las vistas libres de obstáculos y las pequeñas distancias al escenario, pero se producía una reverberación insuficiente a causa de los decorados construidos con materiales blandos, además de tener pocas superficies reflectoras del sonido.

En los teatros a la italiana, los palcos cierran la sala por tres lados, la forma más eficaz para tener una distancia corta auditiva y visualmente. Por lo general se producen reverberaciones cortas, ya que las superficies de muros libres en los palcos y galerías están obstruidas y tapadas por personas. Este tipo es ventajoso para la percepción nítida de la palabra hablada, aunque la música se percibe más bien de forma obtusa y sin tonos.

Salas de conciertos

Hoy en día, hay cuatro formas de salas (modificables) comúnmente: rectangulares, tipo arena, en herradura y en sector circular → ❷ - ❺.

Salas de conciertos

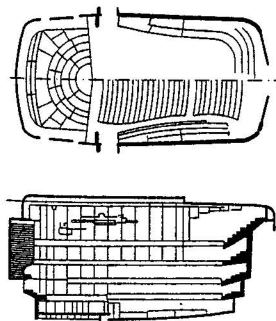
Destinadas a representaciones musicales y otras funciones: congresos, conferencias, etc. Según los requisitos, pueden complementarse con sala de música de cámara, sala de ensayos, salas de canto y de solistas y depósitos. Se han impuesto salas principales con aforos de entre 1.500 y 2.000 espectadores (en algunos casos 2.800); en el caso de salas de música de cámara: 400-700 plazas.

Rectangular
Planta rectangular
Antecedente: salas de bailes de máscaras, de fiestas y de bailes
Visibilidad no es óptima debido al suelo plano
Sala multiusos por poder utilizar mobiliario sobre suelo plano
Estructura primaria según proporciones similares a la sección áurea posibilita una buena acústica

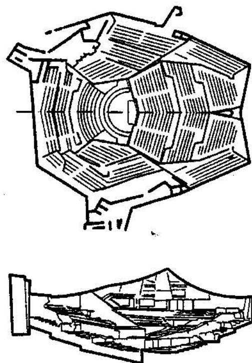
Arena
Planta poligonal
Antecedente: anfiteatro
Sector de orquesta rodeado completamente de espectadores
Visibilidad óptima, efecto comunicativo
Buen sonido directo
Es posible lograr condiciones de audición óptimas, aunque la ejecución es más complicada

En **herradura**
Planta en herradura
Antecedente: teatro de palcos
Buena visibilidad, buen sonido directo
Reflexiones cortas son suficientes, pocas reflexiones múltiples
Baja espacialidad y alto traspaso del tono

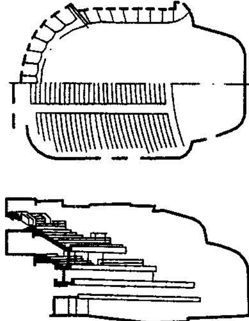
Forma circular/sector circular
Planta en forma de abanico
Buena visibilidad, buen sonido directo
Defectos acústicos por la forma abierta de abanico de la sala
Es posible conseguir condiciones de audición buenas, aunque la ejecución es más complicada



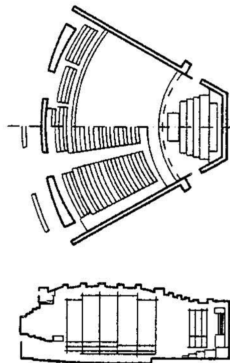
❷ Forma rectangular: sala de conciertos, Lucerna, 1995-1998. Arq.: Jean Nouvel



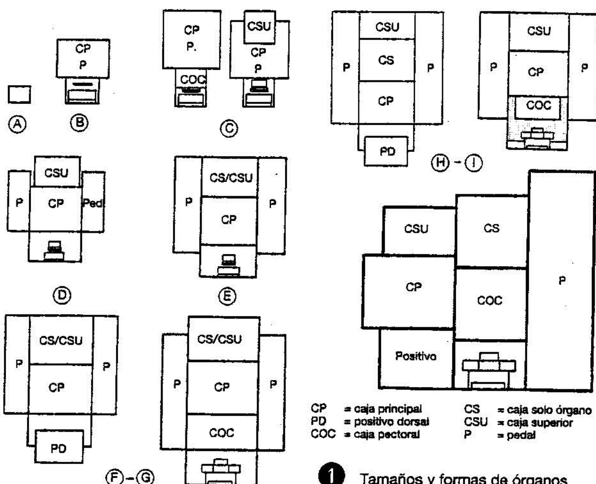
❸ Arena: Filarmónica de Berlín, 1960-1963. Arq.: Hans Scharoun



❹ En herradura: Carnegie Hall, Nueva York, 1888-1891. Arq.: W. B. Tuthill



❺ En sector circular: Brucknerhaus, Linz 1969-1973. Arqs.: Kaija y Heikki Siren



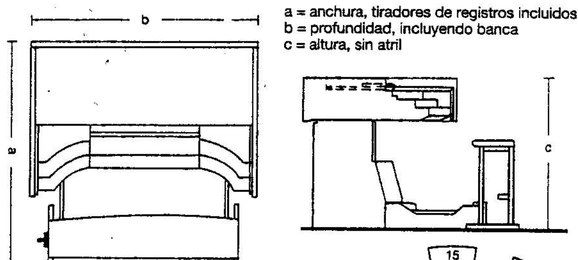
❶ Tamaños y formas de órganos

Tipo	Tamaño	Registro	Altura (m)	Anchura (m)	Profundidad (m)
A	regal	3-7	0,6-0,8	1-1,2	0,7-1,2
B	realejo	8-12	2,5-3	1,6-2,5	0,8-1,6
C	portátil	12-20	4-6	3-3,5	1,2-1,8
D	manual II	20-30	6-7	5,5-6,5	1,2-2
E	manual II	25-35	6,5-9	4,5-7	1,5-2,5
F-G	manual III	30-60	7,5-10	7-9	2-3
H-I	manual IV-V	60-100	9-13	8-12	2-4

❷ Tipos de órganos y tamaños (caja)

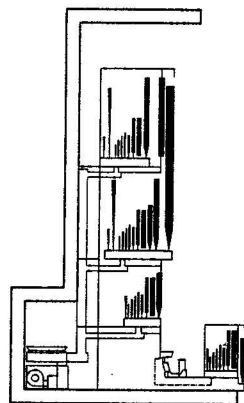
número de registros = volumen de espacio en m³/300 + número de asientos/50

❸ Fórmula para determinar el número de registros (según Walckler)

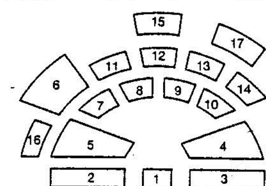


	2 teclados	3 teclados	4 teclados
a	180	200	220
b	150	160	170
c	110	120	130

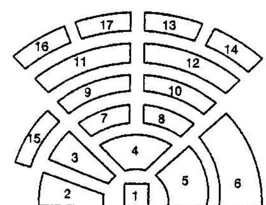
❹ Consola de órgano aislada con sus medidas



❺ Órgano manual IV (sección)



❻ Orden de asientos alemán



❼ Orden de asientos americano

1 Director
2 Primer violín
3 Segundo violín
4 Violas
5 Violonchelos
6 Contrabajos
7 Flautas
8 Oboes
9 Clarinetes
10 Fagots
11 Trompetas
12 Cornetas
13 Trombones
14 Tubas
15 Arpas
16 Batería
17 Platillos

SALAS DE CONCIERTOS

EXIGENCIAS TÉCNICAS, ÓRGANO, ORQUESTA

El equipo técnico para escenarios consta de elementos para la disposición en el suelo de la zona de formación de la orquesta, particiones y techos móviles, equipos de apoyo para el transporte, amplificadores, y equipos luminotécnicos.

Elevadores para ampliación del escenario

En las grandes salas, la zona de la orquesta incluye un sistema compartimentado en pequeñas unidades para posibles variantes según el tipo de orquesta, ampliación de la superficie escénica o maximización del patio de butacas mediante posicionamiento de asientos móviles en los elevadores. Transporte de elementos entre el sótano y el escenario. Motores eléctricos de husillo con bajo empuje y baja velocidad de empuje.

Asientos rodantes móviles

Mediante las distintas posiciones de los elevadores puede aumentarse la cantidad de espectadores reduciendo la superficie de escenario o mediante asientos adicionales fijos sobre carros móviles.

Podios de orquesta

Sistema modular; opciones de escenarios flexibles para grupos musicales; transporte y almacenaje mediante carros de almacenaje; revestimiento de suelos correspondiente al pavimento del escenario.

Carros de coro

Son grandes plataformas de asientos que ruedan sobre el escenario y se montan por delante de los asientos fijos del coro; ambos tipos de asientos son idénticos. Se accede a través de balcones desmontables en el sector de los asientos del coro o a través de escaleras temporales en el carro del coro.

Elevador de mesa de mezclas de audio

Sector compuesto de tres filas en la parte trasera de las salas de audición, en la zona de la platea. Puede modificarse rápidamente. Utilización de una plataforma motorizada bajo la platea, puede ser ocupado de diversas maneras: como carro de asiento, carro de mesa de mezclas o vacío (p. ej., para músicos invitados que utilizan su propia consola de mezclas).

Armazón para ciclorama

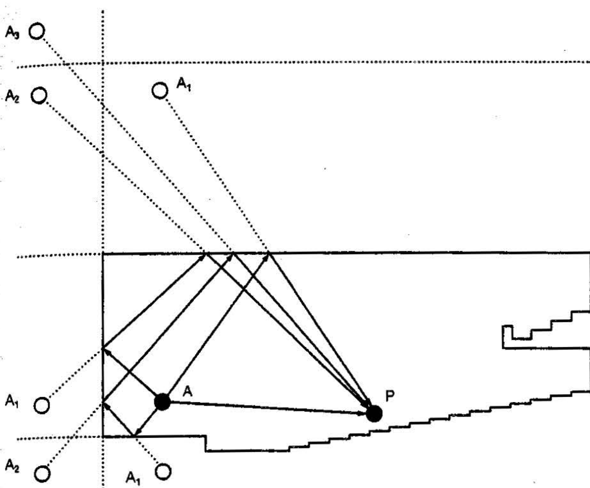
Armazón motorizado de tubos para fijar cortinas, pendones, iluminación portátil para el escenario y otros elementos para la producción que se fijan en la parte trasera del escenario; según la necesidad, puede ser desmontable en parte o por completo.

Órgano como elemento fijo de una sala de conciertos

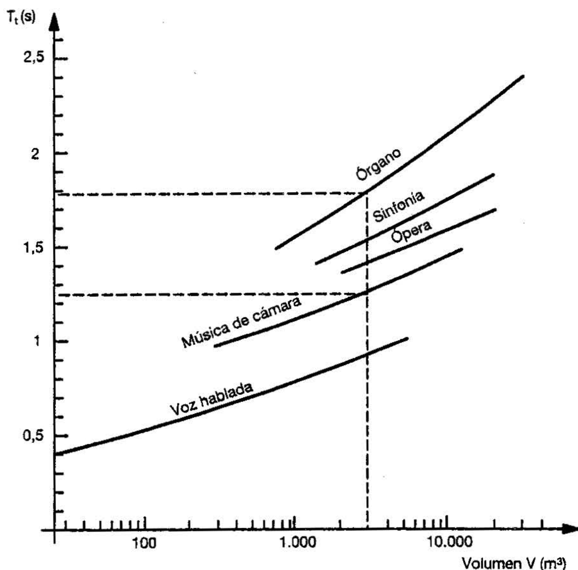
No hay normas fijas para el diseño y cada órgano será diseñado musical y arquitectónicamente de forma individual para cada sala, pues constituye un punto de atracción importante. El emplazamiento del órgano debe ser cercano al podio y lo ideal es un lugar detrás del muro trasero, colocado de forma libre, no dentro de un nicho. El tamaño depende del volumen de la sala, de la acústica interior, de la situación en la sala, del número de butacas, de las exigencias musicales (instrumento para solo o como acompañamiento). Cuanto mejor sea la acústica y la ubicación del órgano, menor podrá ser su tamaño → ❶ - ❸. Profundidad de la caja: 1-2 m para el músico y un mínimo de 0,5 m para el pasillo de afinación detrás del órgano; se necesita un mínimo de 1,5 m sobre el órgano → ❸ + ❹. En salas de conciertos se necesita una segunda consola de órgano (eléctrica, móvil) que puede ubicarse cerca de la orquesta, para que el organista forme parte de ella. Debe ponerse especial atención a las conexiones de cable necesarias. Las medidas dependerán de las dimensiones del órgano → ❹ + ❺.

Tamaño de la orquesta y formación

Para la acústica en la sala son importantes las diferentes formaciones de la orquesta (antiguamente la alemana, aunque actualmente es más común la forma americana) → ❻ + ❼. Actualmente en Europa y Norteamérica son habituales los siguientes tamaños de orquestas: gran orquesta sinfónica con 60-150 músicos y orquesta de cámara con 25-40 músicos; de esto se deduce la superficie necesaria para el podio de la orquesta (p. ej., Gewandhaus de Leipzig: aprox. 180 m²).



❶ Emisión de sonido y reflexión de la fuente de sonido en un auditorio. A = fuente de sonido. A1 = reflexión de la fuente de sonido de primer orden, etc.; P = público [02]



❷ Relación de reverberación, volumen en la sala y clase de música [03]

El objetivo principal en un proyecto para una sala de conciertos es lograr unos tonos excelentes. La buena acústica depende de diferentes elementos: tamaño, volumen y proporción de la sala, número y orden de las butacas, materiales, superficies y su elaboración. Cabe tener en cuenta las características del tono de los diferentes instrumentos musicales y de la voz en solitario y en conjunto. Las diferencias en la extensión del tono y en la característica del sonido (el nivel de sonido, constitución de la frecuencia y estructura temporal del tono).

Para la acústica de una sala son muy importantes las diferentes formaciones de la orquesta en grupos instrumentales aislados (en especial los conjuntos de cuerdas).

Para la efectividad de los instrumentos en una sala, es muy importante la relación del sonido que llega directo a los espectadores con las primeras reflexiones laterales y las reflexiones difusas más tardías → ❶.

Una óptima reverberación es importante para la calidad auditiva: una muy larga evita la claridad, y la escasa reverberación hace que la música se presente sin brillo. Esto depende de la renovación de aire por persona (en edificios antiguos es de 4-5 m³/plaza, en los nuevos de 6-15 m³/plaza).

La acústica de una sala —que viene determinada por el tamaño de la sala, forma de la sala, materiales (y superficies) utilizados, etc.— puede ajustarse mediante la elección de distintas medidas para diferentes exigencias acústicas:

Reflector acústico

Instalados sobre el escenario, son regulables y tienen una superficie reflectora ancha y pesada; se compone de dos o tres partes independientes, cada una de las cuales debe ser móvil, de 2-3 m de altura sobre el escenario y hasta 2 m debajo del techo de la sala. La altura y posición de los reflectores dependerá del tipo de concierto: pequeños conciertos, música de cámara y conciertos con instrumentos de cuerdas utilizan una menor altura de reflectores.

Cortinas absorbentes de sonido

Tienen influencia sobre la longitud y la potencia del tiempo de reverberación (disminución a través del ensanchamiento de las cortinas). En caso de no necesitarse, se guardarán en espacios expresamente construidos para ellas (ya no surten ningún efecto).

Salas reguladoras de la acústica (paseos)

Volúmenes adicionales para obras con largas reverberaciones (para órganos, grandes orquestas, grandes coros y con amplificación acústica) mediante la ampliación de la sala de espectadores. Los espacios de circulación y distribución/*foyer* pueden utilizarse para este fin abriéndolos hacia la sala mediante paneles móviles con un control central.

Cultura
Espacios escénicos

SALAS DE CONCIERTOS
Origen
Variantes
Exigencias técnicas, órgano, orquesta
Acústica

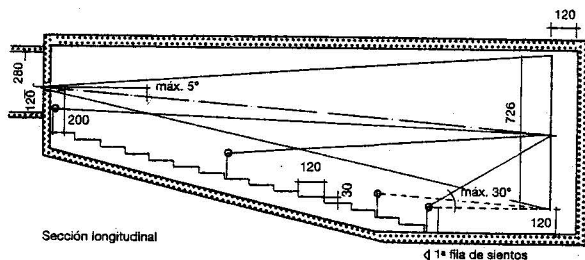
Las características de la reflexión de los distintos materiales son muy importantes para el proyecto de la acústica.

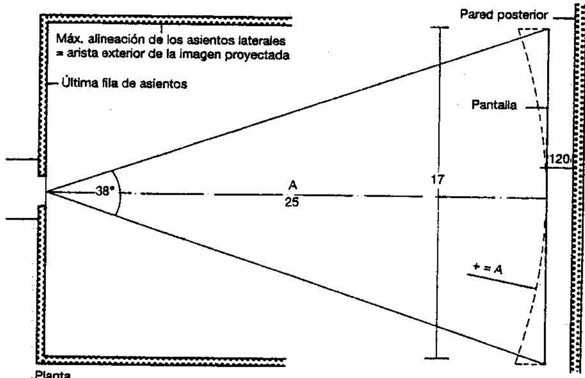
Las superficies duras son preferibles para conseguir una reverberación larga.

Deben diseñarse las butacas con una superficie dura hacia el exterior, mientras que el acolchado de los asientos debe lograr una uniformidad de la reverberación aún teniendo diferente número de espectadores.

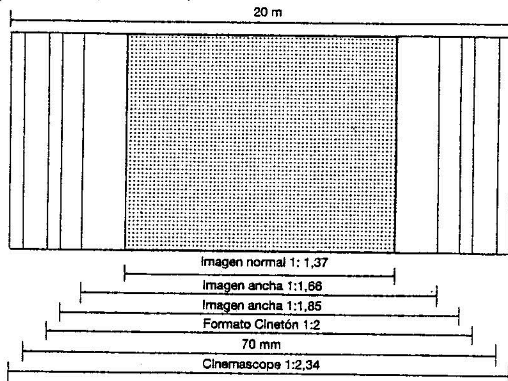
Frecuencia (Hz)	125	250	500	1.000	2.000	4.000
Placa acústica, colgada firmemente	0,2	0,4	0,7	0,8	0,6	0,4
Placa acústica, colgada en marcos	0,5	0,7	0,6	0,7	0,7	0,5
Estucado rugoso acústico	0,1	0,2	0,5	0,6	0,7	0,7
Estucado normal sobre tablas	0,2	0,15	0,1	0,05	0,04	0,05
Placas de yeso de 16 mm sobre madera escuadrada	0,3	0,1	0,05	0,04	0,07	0,1
Placas de contrachapado de 8 mm sobre madera escuadrada	0,6	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1
Bloque de hormigón, superficies sin tratar	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3
Hormigón, pintado	0,1	0,05	0,06	0,07	0,1	0,1
Hormigón a la vista	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
Ladrillo	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07
Alfombra gruesa sobre hormigón	0,02	0,06	0,15	0,4	0,6	0,6
Alfombra gruesa sobre capa de fieltro	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Recubrimiento del podio, madera	0,4	0,3	0,2	0,2	0,15	0,1
Ventana de vidrio	0,3	0,2	0,2	0,1	0,07	0,04
Tapicería, terciopelo medio	0,07	0,3	0,5	0,7	0,7	0,6
Butacas acolchadas, ocupadas	0,4	0,6	0,8	0,9	0,9	0,9
Butacas acolchadas, vacías	0,2	0,4	0,6	0,7	0,6	0,6
Asientos de madera o metálicos, vacíos	0,02	0,03	0,03	0,06	0,06	0,05

❸ Niveles de absorción del sonido (alfa) de distintas superficies [03]

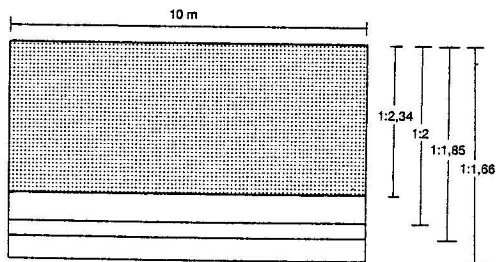




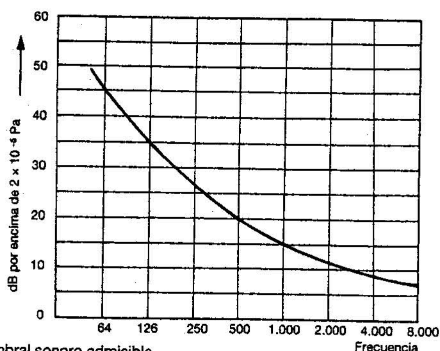
❶ Sala de espectadores óptima



❷ Formatos de imagen proyectada para una altura dada



❸ Formatos de imagen proyectada para una anchura dada



❹ Umbral sonoro admisible

Antes de realizar el proyecto es conveniente solicitar el asesoramiento de una empresa especializada.

Proyección de imágenes: con la introducción de las películas de seguridad ya no se necesitan muros cortafuegos en la sala de proyección. El operador atiende a varios proyectores, la sala de proyección ya no es una sala de estancia permanente; debe cumplir los siguientes requisitos: 1 m de separación desde el proyector a la pared posterior y al lado de servicio; 2,8 m de altura; extracción e impulsión de aire; absorción acústica hacia la sala de espectadores.

Películas con una anchura de 16 mm, 35 mm y 70 mm. El centro del rayo de proyección no debe desviarse más de 5°, en horizontal o vertical, del centro de la pared de proyección; en caso contrario se debe reconducir a través de espejos de reflexión → ❶.

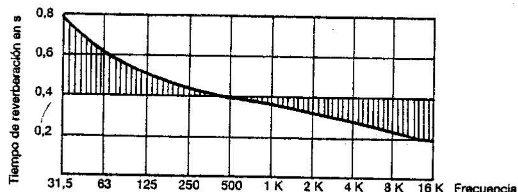
Las películas se proyectan generalmente a través de dos proyectores. En la actualidad se está imponiendo la proyección automatizada a través de 1 proyector, con una planta horizontal, para proyección continua de 4.000 m de película, con mando a distancia para el control de varias salas de proyección. La película transmite automáticamente señales de mando para todas las funciones del proyector, cambio de objetivo, iluminación de la sala, iluminación de la pared de proyección y del telón.

Tamaño de las imágenes proyectadas: depende de la distancia entre el proyector y la pantalla y tienen una relación de 1:2,34 entre sus lados (cinemascope), o de 1:1,66 (imagen ancha) cuando la sala de espectadores es más estrecha. El ángulo desde el centro de la última fila de espectadores hasta el canto exterior de la imagen no debe sobrepasar los 38° en: cinemascope = distancia de la última fila de asientos: pantalla = 3:2 → ❷ - ❸.

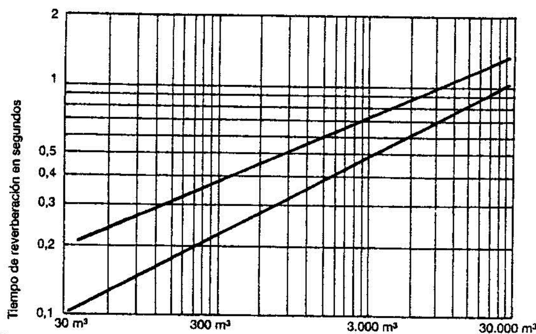
Pantalla: separación entre la pantalla y la pared posterior: al menos 1,2 m; esta separación se puede reducir en función del tamaño de la sala y del sistema de proyección empleado, hasta 50 cm, para la colocación del reproductor de sonido.

La pantalla debe estar perforada (permeable al sonido). Está limitada lateralmente por una plataforma transitable o una cortina. Las grandes pantallas se curvan con un radio equivalente a la distancia respecto a la última fila de asientos. El canto inferior de la pantalla debe estar como mínimo a 1,2 m por encima del suelo → ❶.

La sala de espectadores: no debe recibir luz del exterior, aparte de la iluminación de emergencia. Construir las paredes y el techo con materiales que no reflejen la luz (con colores que no sean demasiado claros). Los espectadores deben estar sentados dentro de los límites de las aristas laterales de la imagen proyectada. Desde la primera fila de asientos el ángulo de visión de la imagen entera debe ser menor de 30°.



❺ Tiempo de reverberación admisible en función de la frecuencia



❻ Tiempos de reverberación en relación con el volumen del espacio

SALAS DE CINE

La pendiente máxima admisible del pavimento es del 10 %, y los desniveles salvados con un escalón deben tener una altura máxima de 16 cm en pasillos de 120 cm de anchura → ❶. A cada lado del pasillo se pueden colocar 16 asientos como máximo → ❸.

Acústica

Las salas de espectadores contiguas deben estar separadas con paredes con un aislamiento acústico de 85 dB 18.000-20.000 Hz → pág. 234 ❹.

Superficies de reflexión acústica en el techo, con una reverberación reducida. El tiempo de reverberación puede ser mayor al aumentar el volumen de la sala y decrece de las frecuencias graves a las altas de 0,8 a 0,2 segundos → pág. 234.

La pared situada detrás de la última fila de asientos debería aislarse contra el eco. Los altavoces se distribuyen de manera que no haya una diferencia en la intensidad acústica mayor a 4 dB.

Reproducción del sonido

Actualmente, además de la reproducción mono, ya es necesario el sistema dolby de reproducción estéreo con 4 canales, ya que así, junto a las tres combinaciones de altavoces detrás de la pantalla, queda un cuarto canal para altavoces suplementarios en los laterales y en el fondo de la sala.

Para películas de 70 mm con seis canales magnéticos de sonido se necesitan las correspondientes combinaciones adicionales de altavoces detrás de la pantalla.

En los BXT, detrás de la pantalla existe una pared de absorción acústica, según el sistema Lucas, en la que se empotran las combinaciones de altavoces.

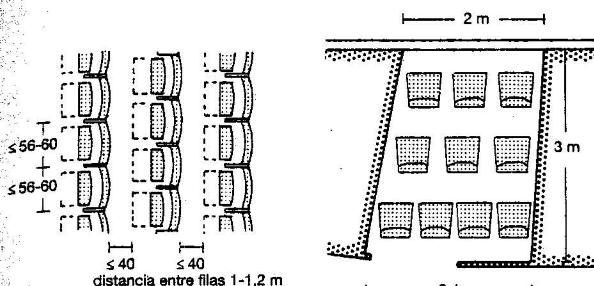
Taquillas

Funcionan con sistemas electrónicos de reserva y expedición de entradas. Una taquilla cada 300-400 asientos con un espacio necesario de aprox. 5 m².

Tipos de cine

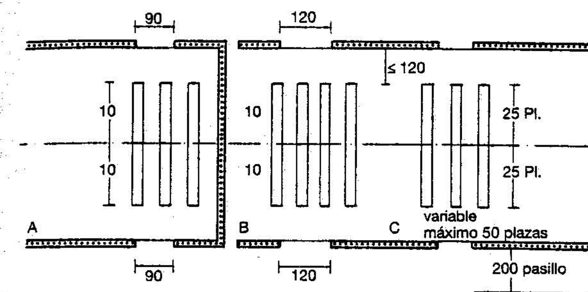
Contra la tendencia las salas de multicines → pág. 236, en los centros de las ciudades están apareciendo cines de repertorio que generalmente proyectan ciclos relacionados con algún tema concreto. Normalmente tienen un aforo de 50-200 espectadores y suelen combinarse con espacios gastronómicos → ❻.

Las pantallas esféricas 3D acentúan el efecto de estar presente en los sucesos que se muestran. Para esto son necesarias técnicas especiales de rodaje (muchas cámaras deben grabar al mismo tiempo), por lo cual solo existen pocas películas de este tipo. Por ello se limita este tipo de cine a planetarios y parques al aire libre → ❽ + ❾.

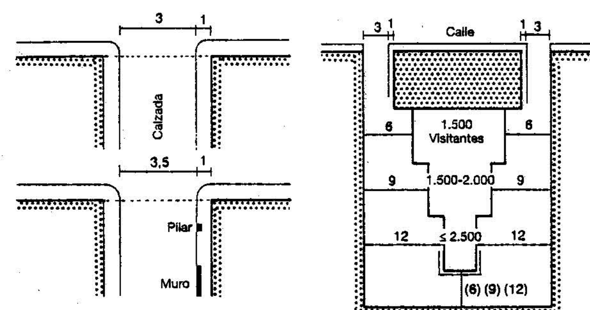


❶ Filas de asientos y separación mínima

❷ En los palcos no puede haber más de 10 sillas sueltas; para cada persona se necesita una superficie ≥ 0,65 m²

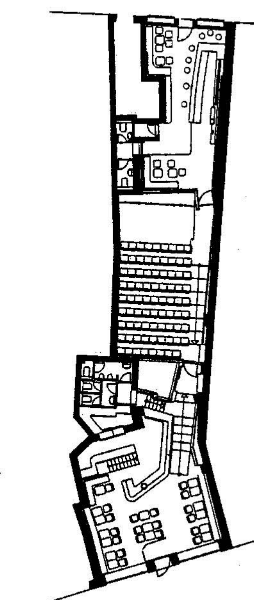


❸ Asientos A: para salas ≤ 200 plazas
B: para salas ≥ 200 plazas
C: 50 plazas, si cada cuatro filas hay una puerta para cada lado

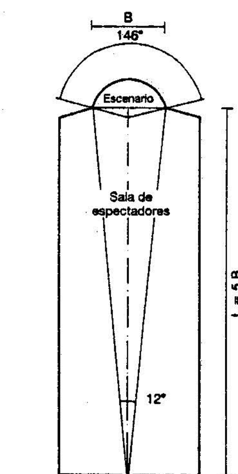


❹ Accesos y paso cubierto

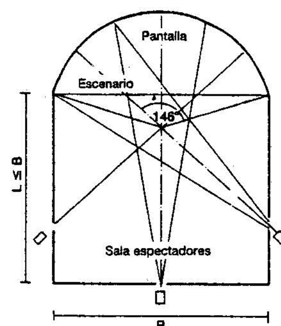
❺ Separación a las lindes del solar



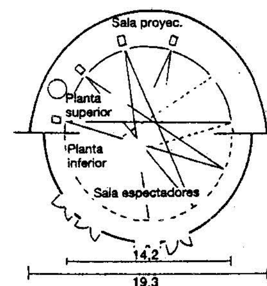
❻ Cine Zazie con cafetería y bar, Halle
Arq.: Complizen.com



❼ Sala de espectadores para películas planas



❽ Sala de espectadores para películas panorámicas



❾ Circarama. Pantalla circular (360°) sobre la que se proyectan imágenes desde 11 proyectores sincronizados. Ejemplo: Expo de Bruselas, 1958

MULTICINES

Combinación de varias salas de cine de diferentes tamaños en un único edificio. Normalmente los multicines se ubican en centros comerciales, edificios de aparcamiento, etc., pues necesitan gran cantidad de plazas de aparcamiento → pág. 237.

Las salas deben tener un acceso común y están parcialmente superpuestas. Por motivos de la alta afluencia de público, debe prestarse especial atención a la buena orientación y a unos recorridos claros hasta cada una de las salas. La situación de cada sala con relación al acceso/vestíbulo debe orientarse en el tamaño (grandes salas más cerca del vestíbulo) o la gran sala en situación central/ con acceso directo desde el vestíbulo.

Los tamaños de las salas dependerán de las necesidades del empresario, así como distancias entre las filas de butacas, el diseño del vestíbulo etc., todos conceptos de diseño de la empresa.

La zona de taquillas se sitúa cerca de los accesos y el número de taquillas depende de la cantidad de butacas: unos 5 m² de superficie por taquilla; para 2.500 butacas: 6-8 taquillas.

El vestíbulo de acceso debe ser amplio, con buena visibilidad y situado en la parte más expuesta del edificio; en él se encuentran el acceso central, el bar y el acceso a las salas. Delante de las entradas a cada planta se sitúan generalmente pequeños vestíbulos combinados con bar, aseos, etc. El vestíbulo central tiene capacidad para albergar espectáculos (estrenos, presentaciones, etc.) Ya que la gastronomía en este caso es un punto importante en el concepto del cine, deben disponerse superficies suficientes de almacén y servicios anexos a los puntos gastronómicos.

Sala de cine

La pantalla debería llenar toda la anchura del paramento, y debe evitarse colocar las salidas en este lateral o cerca de la pantalla. Deben considerarse los pasillos perpendiculares como una conexión entre las puertas y/o el acceso a la sala para llegar a las escaleras laterales → pág. 235.

Sala de proyecciones

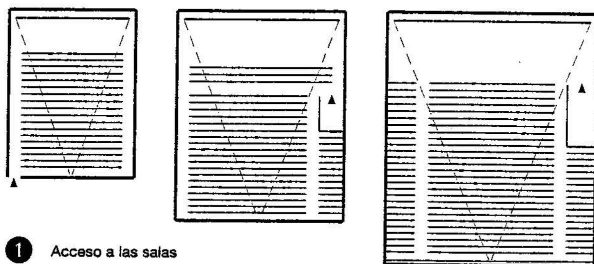
Tamaño mínimo de la sala: 6,5 × 2,8 × 2,8 (anchura × longitud × altura); tamaño de la ventana de proyecciones: aprox. 150/250 × 50 cm (1 o 2 proyectores). Un proyector de películas puede ser de vídeo y debe preverse espacio suficiente para sistemas de platos de largometraje horizontales y para paneles de control.

Las mesas de proyección deben montarse libres de vibraciones. El límite de ruido de unos 75 dB de la maquinaria debe ser amortiguado por la ventana de proyección hasta alcanzar los 30 dB. La temperatura de trabajo no debe sobrepasar los 22 °C para proteger las películas y los equipos.

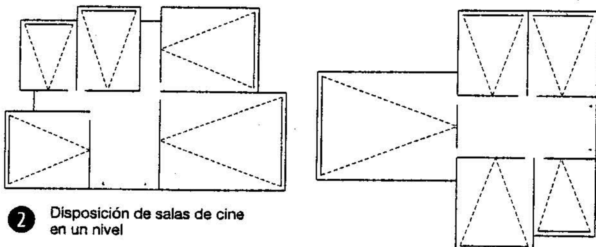
Salas anexas

Deben preverse, según la necesidad: oficinas de dirección, secretaría y trabajadores, archivo, sala de informática, salas comunes (vestuarios y aseos para mujeres y hombres, sala del personal).

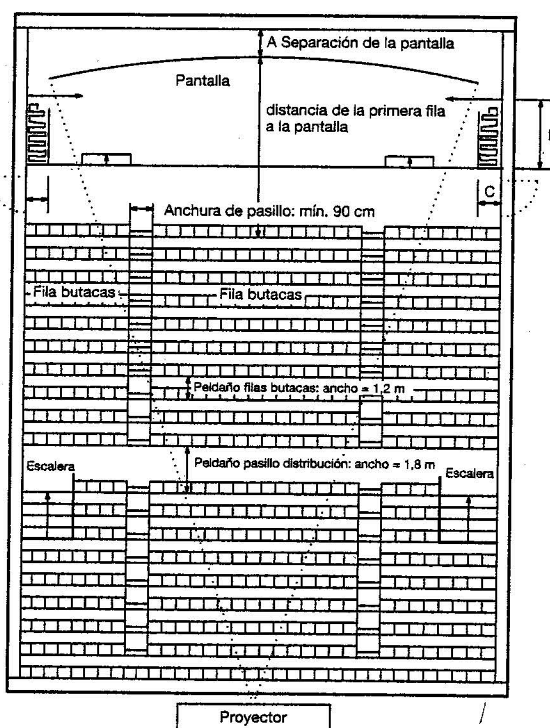
Para las zonas de vestíbulo y gastronomía: almacén de gastronomía, almacén de la barra, cámara frigorífica, almacén de envases vacíos, basurero, productos de limpieza, almacén de la empresa de limpieza y como almacén de decorados.



1 Acceso a las salas

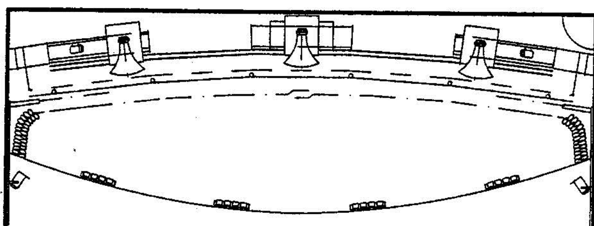


2 Disposición de salas de cine en un nivel

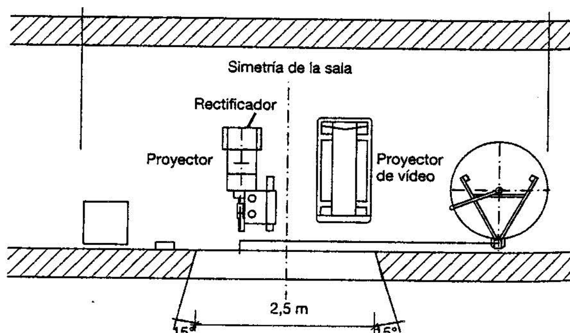


Proporción sala: 1:1,3-1,4:0,5 (anchura:longitud:altura); distancia a pantalla A:1,2-1,5 m
Cámara de cortinas B: cada lado, un 10 % de la anchura de la pantalla
Distancia C (primera fila/pantalla): un 75 % de la altura libre de la sala
Ancho bolsón de cortina: unos 40 cm
Curvatura de la pantalla: arco (punto central es el proyector) a partir de las 500 plazas
Altura de la pantalla: se deduce de los valores ya nombrados
Anchura de la pantalla: altura de la pantalla × 2,35 (máximo formato: Cinemascope)
Altura libre sobre la última fila: mín. 2,3 m

3 Planta tipo de una sala grande con sus informaciones técnicas



4 Equipo de proyección de pantalla ancha

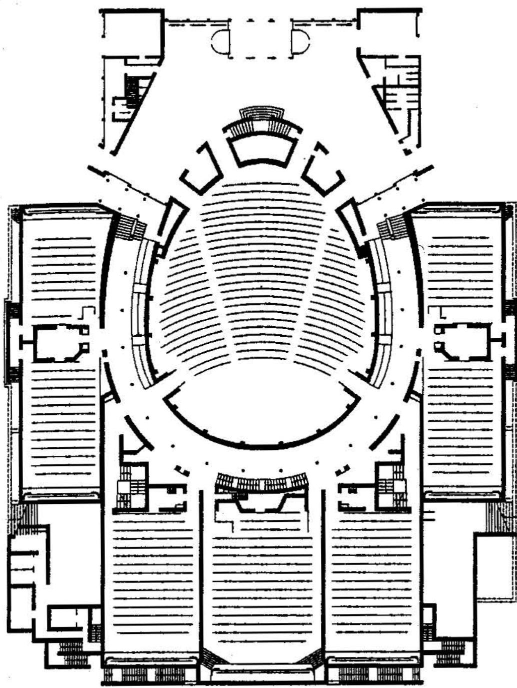


5 Sala de proyección

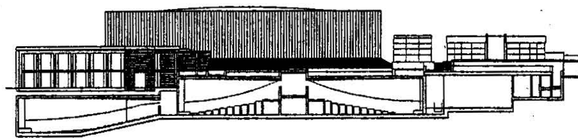
Cultura Espacios escénicos

CINES

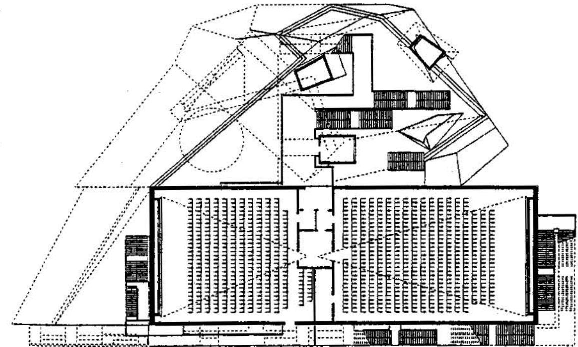
Proyección
Salas de cine
Multicines
Autocines



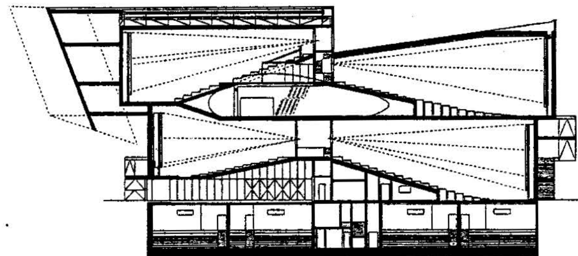
❶ Cine Cosmos, Berlín. Planta — Arqs.: Rohde Kellermann Wawrowsky



❷ Cine Cosmos, Berlín. Sección — Arqs.: Rohde Kellermann Wawrowsky

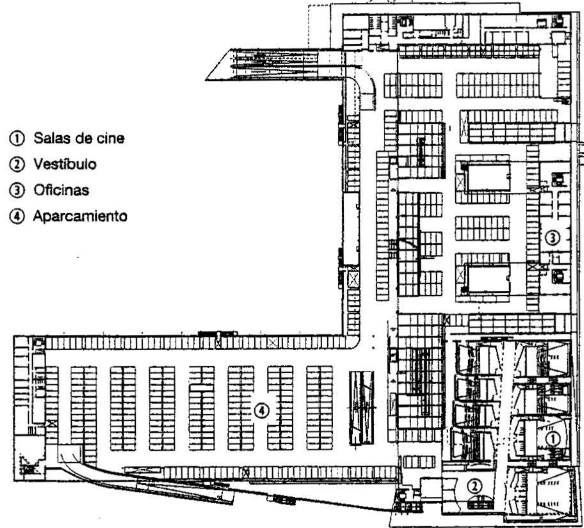


❸ Filmpalast, Dresde. Planta — Arqs.: Coop Himmelb(l)au

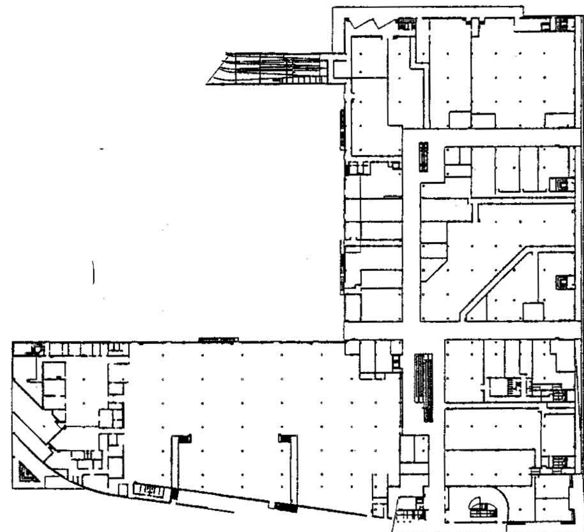


❹ Filmpalast, Dresde. Alzado/sección — Arqs.: Coop Himmelb(l)au

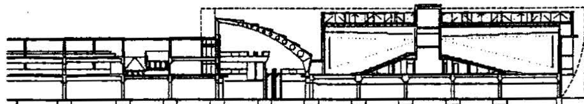
La situación urbanística juega un papel importante en la concentración de muchas salas de cine en un mismo edificio. Las salas pueden apilarse (superposición de cubos, accesos y funciones de servicio en geometrías libres adosadas al edificio) → ❸ + ❹ o enfilarse en horizontal (a la gran sala de cine de la década de 1960 se le unieron otras que, por razones patrimoniales, tuvieron que soterrarse) → ❶ + ❷, o puede haber una combinación de ambas disposiciones. Una forma usual es combinar las salas con otras funciones, como integradas en un centro comercial, con aparcamientos, almacenes en la planta baja, salas de cine y superficies de aparcamiento en el nivel superior; una forma llamativa urbanísticamente en conjunto con dos edificios en torre → ❺ - ❼.



❺ Neustadt Centrum, Halle. Planta nivel superior (nivel de cine 1) — Arqs.: Hermann & Valentiny con Noack und Partner



❻ Neustadt Centrum, Halle. Planta nivel planta baja (nivel de comercio) — Arqs.: Hermann & Valentiny con Noack und Partner



❼ Neustadt Centrum, Halle. Sección — Arqs.: Hermann & Valentiny con Noack und Partner

En los autocines, los espectadores no abandonan su automóvil.

El espacio está habilitado con rampas; número máximo de vehículos con buena visibilidad: ≤ 1.000-1.300. Generalmente entre 450 y 500 automóviles → ❶.

N° de coches	N° de rampas	Distancia entre pantalla y última rampa en m
500	10	155
586	11	170
670	12	180
778	13	195
886	14	210
1.000	15	225

Situación junto a una autopista, cerca de una estación de servicio y un restaurante. Apantallado para que la luz y el ruido no molesten a los coches que circulan por la autopista.

Rampas con pendiente formando ondas para elevar la parte anterior de los coches y garantizar también a los ocupantes de los asientos traseros una buena visibilidad por encima del techo de los demás vehículos → ❷.

Entrada con zona de espera para no provocar colas en la carretera. Paso rodado por delante de las taquillas, para poder comprar las entradas desde el coche → ❶.

Salida preferiblemente abandonando la rampa por delante.

Superficie ejecutada para que no levante polvo ni resbale cuando esté mojada.

Número de taquillas: 1 para 300 coches, 2 para 600, 3 para 800 y 4 para 1.000.

Tamaño de la pantalla en función del número de coches; para 650 coches: 14,5 × 11,3 m, para 950 coches: 17 × 13 m. La pantalla debería colocarse en el lado norte o a levante, para poder adelantar la hora de proyección. Según las latitudes, es conveniente situar la pantalla en una construcción sólida.

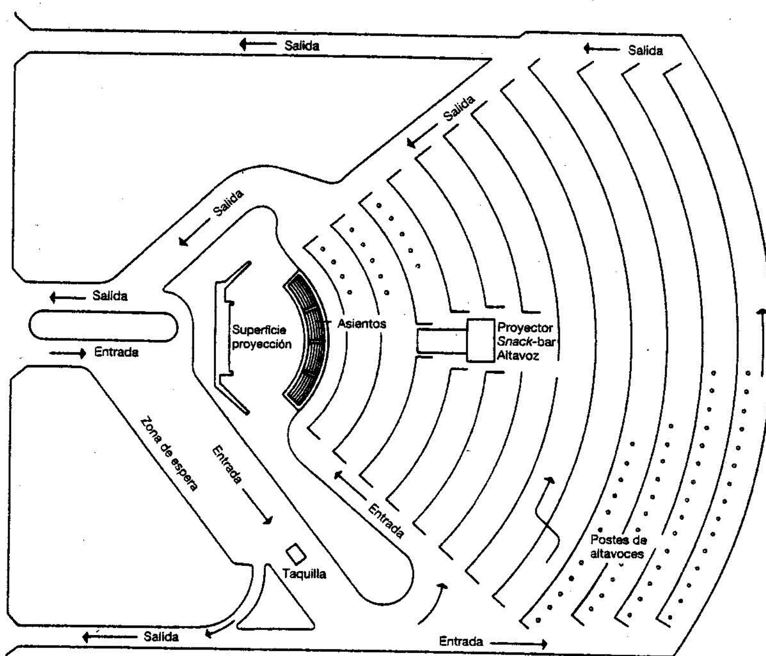
La pantalla del autocine H-H Billbrook, en los alrededores de Hamburgo, tiene 36 m de altura y 15,5 m de anchura.

La elevación sobre el suelo depende de la pendiente de las rampas y del ángulo de visibilidad. Las pantallas con un poco de inclinación distorsionan menos las imágenes. La pantalla y su estructura de soporte deben resistir las cargas de viento.

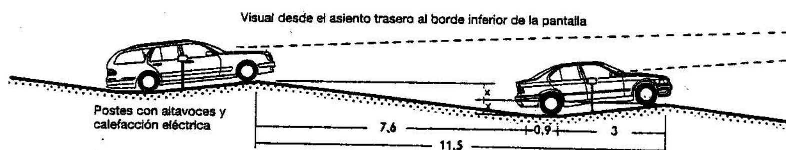
Prever algunas filas de asientos; también es deseable una zona de juegos para los niños. El edificio de proyección suele estar en el centro, a 100 m de la pantalla. La cabina de proyección alberga el proyector, un generador y el sistema de amplificación del sonido.

Reproducción sonora, preferiblemente con altavoces que puedan colocarse en el interior de los coches. Se pueden disponer en postes para cada dos coches, separación de 5 m, de forma que todos los espectadores dispongan de un altavoz en su vehículo.

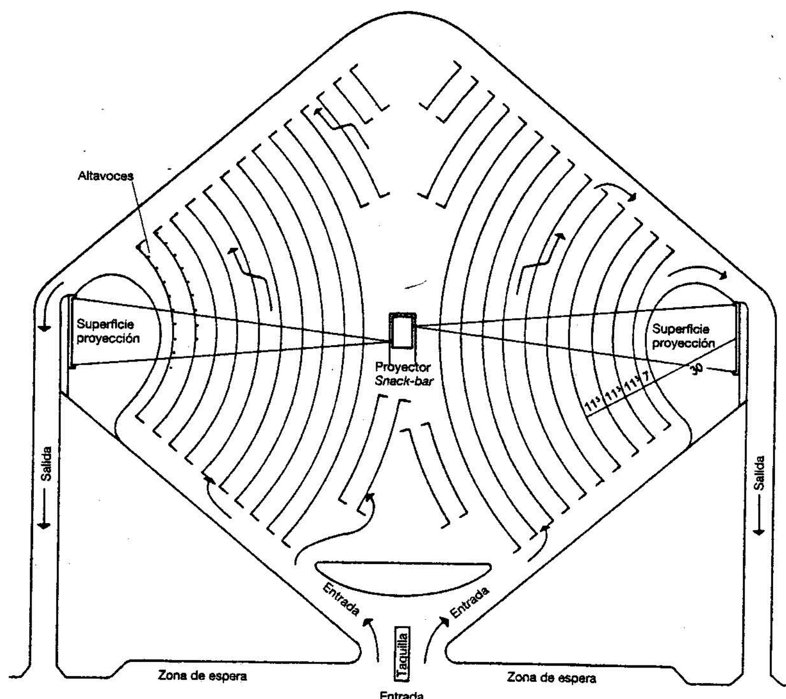
Calefacción en los postes de altavoces, posible conexión para la del propio vehículo.



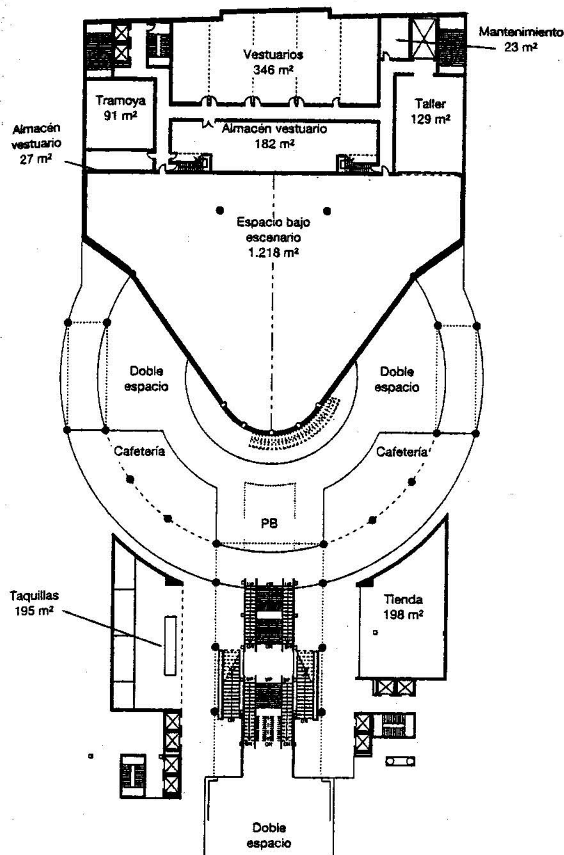
❶ Autocine, en forma de sector circular, con rampas concéntricas y cabina de proyección baja, que solo ocupa dos filas



❷ Forma y dimensiones de las rampas; desniveles entre las plazas en función de la altura de la imagen proyectada



❸ Cine doble. Una única cabina de proyección para ambas pantallas. Cabe la posibilidad de empezar un pase de película cuando la otra se encuentra a la mitad. Los demás espacios, taquillas, bar, aseos, etc., son comunes

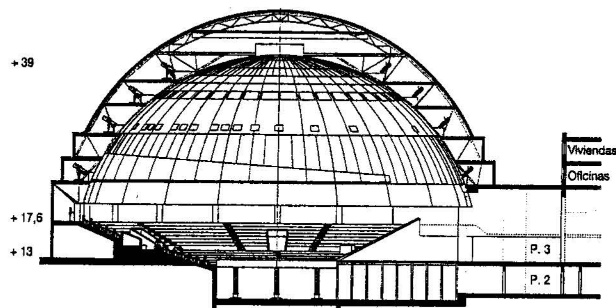


❶ Planta segunda (estructura de las gradas) cota + 9

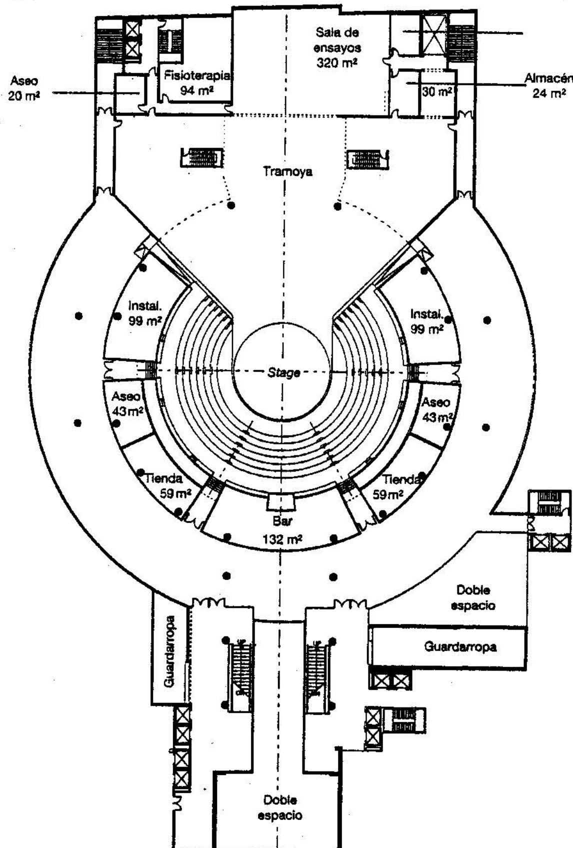
Pabellón permanente para espectáculos y eventos

La sala, con forma de anfiteatro y en el que los espectadores ocupan tres de los cuatro cuadrantes del círculo, debe tener capacidad para 1.600 personas. En el cuarto sector se aloja el escenario, compuesto por cinco plataformas levadizas superpuestas. De este modo las escenas pueden cambiarse con enorme rapidez → ❸. Acceso a la sala en planta tercera; + 3 m sobre la cota de la calle. Una cúpula de 27 m de altura cubre el escenario.

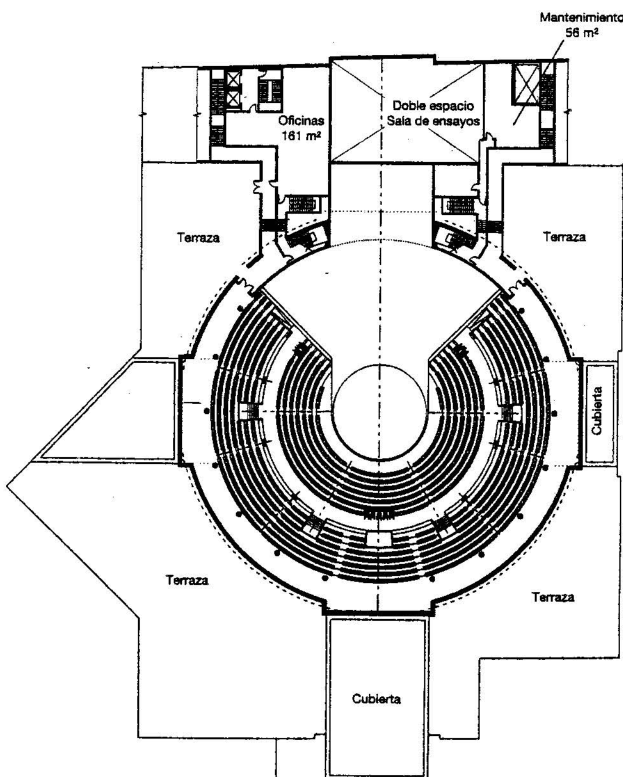
Proyecto: Leipziger Platz, Berlín
Arq.: Aldo Rossi
Planungs AG Neufert/Mittmann/Graff
Sceno – Plus Experts – Conseils



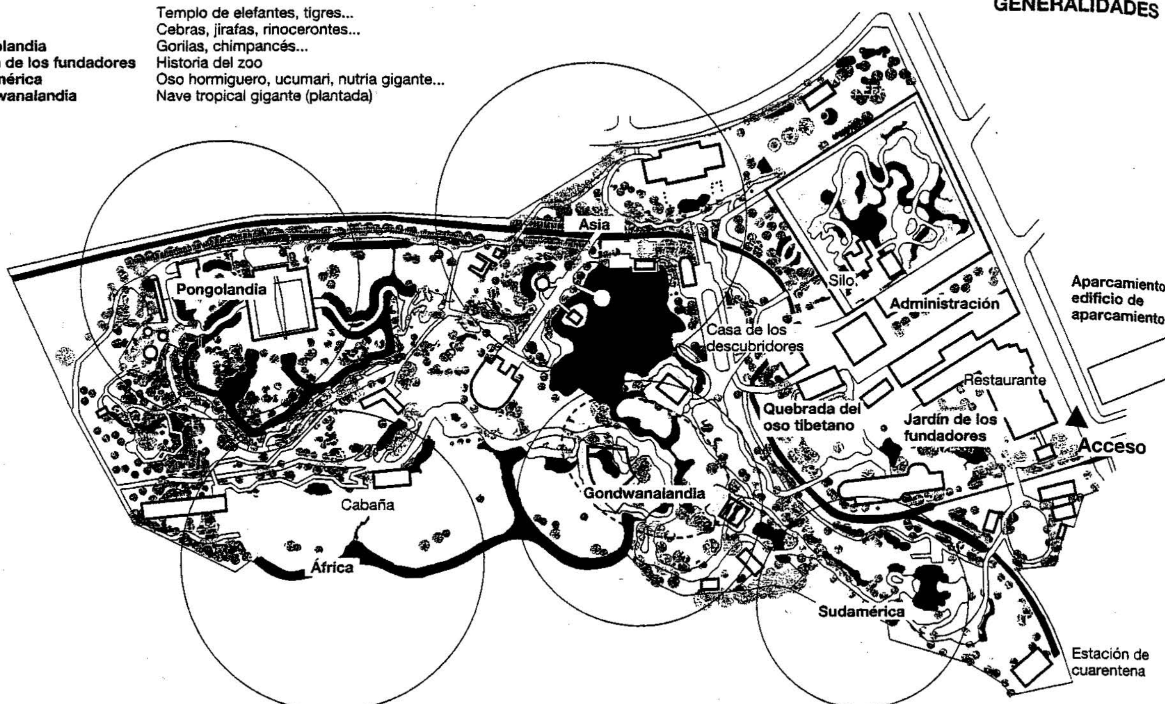
❸ Sección



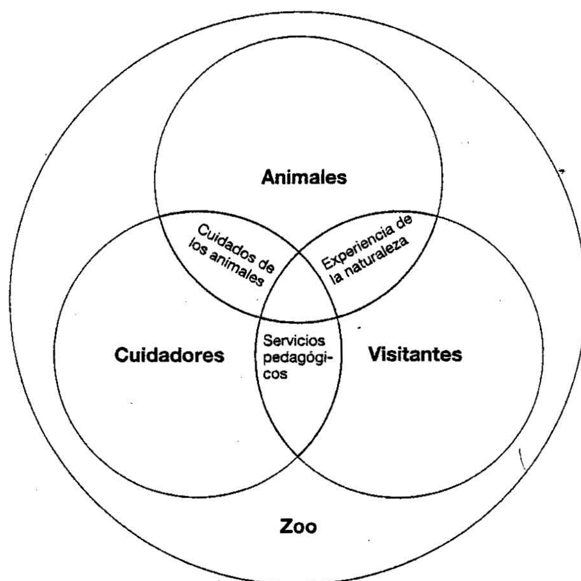
❷ Planta tercera (escenario) cota + 13



❹ Planta cuarta (graderío para espectadores) cota + 16,5



❶ Plan maestro de un zoo temático moderno (geografía de la fauna); ejemplo: zoo de Leipzig Arqs.: Resbach® Architekten



El zoo moderno está en una zona conflictiva entre la investigación, el cuidado de los animales y la experiencia de la naturaleza. Por un lado se encuentran las exigencias en cuanto al mantenimiento de los animales según su naturaleza, la alimentación, el diseño de los recintos y los cuidados veterinarios, las actividades de investigación para mantener la variedad de razas, la participación en actividades internacionales de crianza, así como los servicios pedagógicos públicos. Por otro, un zoo también funciona como una empresa cuyo éxito económico depende decisivamente de los visitantes que recibe, y que está en competencia con otros parques de ocio.
Por ello, además de últimos conocimientos de la investigación en cuanto al cuidado de animales adaptado a sus exigencias naturales, la base de cualquier proyecto de zoo es acoger a visitantes. En ese sentido, debe valorarse la ambientación "natural" de zonas de fauna exótica y los equipos espectaculares para distracción de los visitantes.

❷ Asignación de tareas en un zoo moderno: investigación, cuidados de los animales y experiencia de la naturaleza

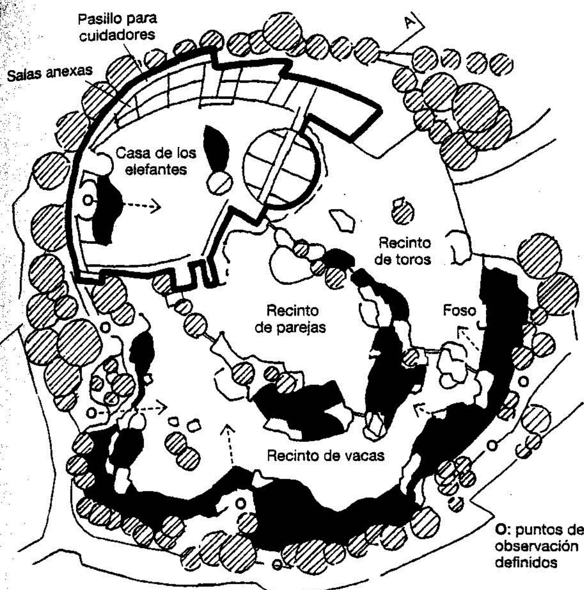
Funciones de un zoo

Siguiendo la directriz de la EU 1999/22, los zoos se someten a las siguientes exigencias → ❷:

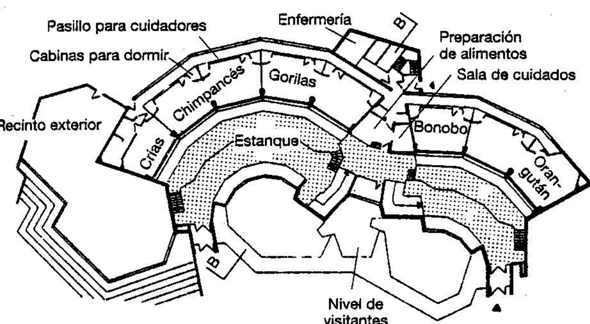
1. Cooperación en actividades de investigación para la protección de las especies
2. Servicios pedagógicos públicos
3. Tenencia y alimentación de los animales según su naturaleza
4. Protección contra la fuga de animales y parásitos invasores
5. Registro de la colección del zoológico.

Infraestructura de un zoo moderno → ❶:

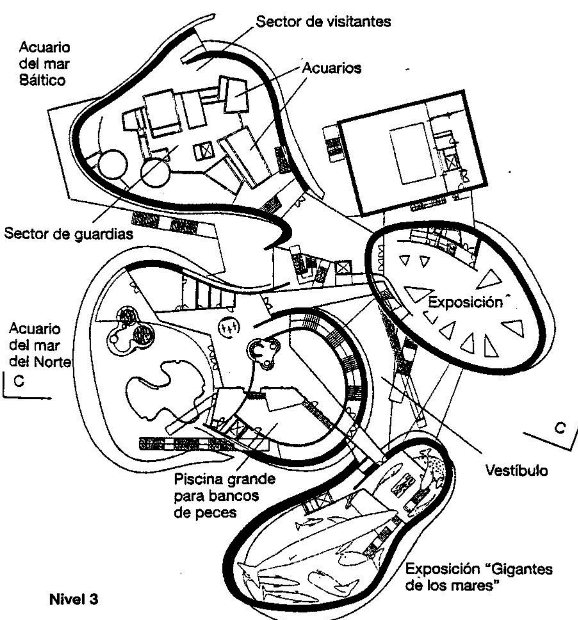
Accesos: buena accesibilidad, señalización clara, suficiente capacidad de plazas de aparcamiento, paradas de transporte público.
Acceso principal: espacio de acceso representativo, taquilla, quioscos, administración, senderos, espacios para sentarse.
Otras infraestructuras: salas de espectáculos y de conferencias, restaurante con vistas al zoo y acceso independiente desde el exterior (para funcionamiento nocturno), restaurantes, bares, cafeterías, quioscos, aseos, espacios para picnic, tiendas, escuela del zoo.
Espacios de manutención y de personal: acceso separado (fuera de la vista del público) con espacios exteriores suficientes para almacenar el forraje y paja para los animales, materiales de construcción, etc. La zona del personal contará con baños y vestuarios, cafetería, aulas y zonas de descanso (para guardia nocturna), salas de crianza de animales para alimentar a los carnívoros, preparación centralizada y no centralizada del forraje, preparación del agua, almacenes y salas refrigeradas, eliminación de basuras, salas para almacenaje y mantenimiento de máquinas de limpieza, carros de transporte y jaulas, talleres, jardinería, calefacción, climatización y ventilación.
Cuidado veterinario: clínica veterinaria, estación de cuarentena, laboratorios, equipo de investigación, departamentos de ambientación y crianza, almacén de cadáveres.
Caminos: caminos principales aptos para sillas de ruedas (5-6 m de anchura) con protección a la intemperie, organizados como recorridos, caminos secundarios (3-4 m de anchura) para ver grupos de animales, caminos de servicio independientes y transitables (3-4 m de anchura) para abastecimiento y eliminación de residuos, transporte de animales y vía de evacuación (bomberos, ambulancias).



❶ Planta de la zona de elefantes, zoo de Colonia Arqs.: Oxen y Römer
Paisajistas: Fenner, Steinhauser y Weisser



❷ Zona de homínidos, zoo de Wuppertal Hochbauamt Wuppertal

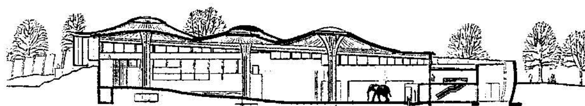


❸ Acuario Ozeanum, Stralsund Arqs.: Behnisch, Behnisch y Partner

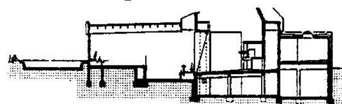
Hands-on es el principio tradicional del zoológico: existe contacto directo entre el animal (domesticado), el cuidador (alimentación, cuidados) y, según los casos, el visitante del zoo (zoo de contacto) → ❷.

Los temas principales son los aspectos funcionales (separación de los sectores públicos y privados, zonas que deben permanecer ocultas, ordenamiento de áreas de público, recintos de animales, corredores para cuidadores y salas anexas), los aspectos higiénicos y la presentación de los animales.

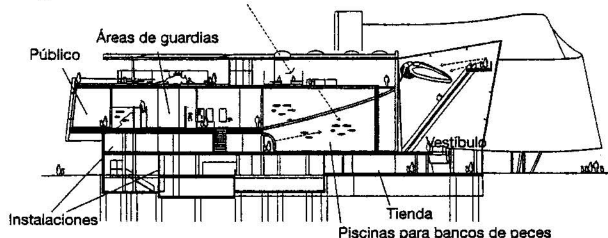
Hands-off (contacto protegido), en origen se desarrolló como un método seguro de manutención para animales peligrosos (contacto indirecto y técnicamente apoyado entre cuidador y animal). En la actualidad responde muchas veces a las expectativas del público del zoo a un recinto adaptado a las exigencias naturales de los animales → ❶: réplicas amplias (y adaptadas a su ambiente natural) del hábitat original, con sus respectivos puntos fijos (bebederos, rocas para escalar, etc.) y la posibilidad de observación desde posiciones seleccionadas, protegidas (y resguardadas), se consideran adecuadas para conseguir intimidad y reproducción bajo el cuidado humano. Aparte de esto, este tipo de espacios ofrecen un gran potencial para la investigación y la crianza.



❹ Sección A-A → ❶



❺ Sección B-B → ❷



❻ Sección C-C → ❸

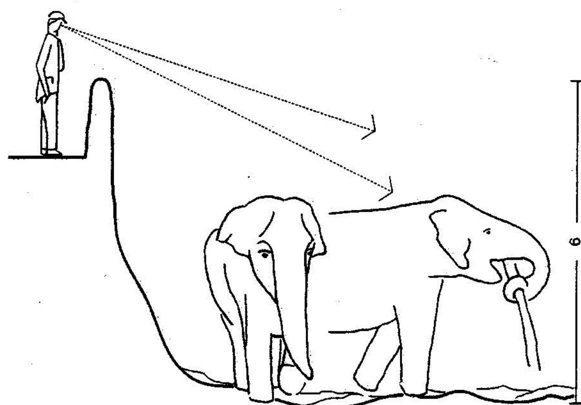
Ejemplos

Se diferencia entre edificios de animales y recintos libres, y pueden combinarse ambos, con o sin agua:

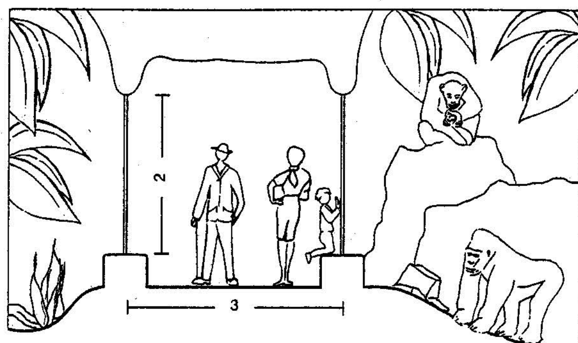
La zona de elefantes del zoo de Colonia → ❶ es un ejemplo de un espacio integrado *Hands-off* (edificio de animales y recintos libres), cuya superficie parcialmente cubierta puede subdividirse en distintos sectores mediante portones mecánicos con control centralizado. Las áreas públicas se separan de los recintos con fosos o terraplenes.

La zona de homínidos en el zoo de Wuppertal → ❷ es un edificio (con recintos exteriores construidos posteriormente) compuesto por jaulas iluminadas cenitalmente con cabinas protegidas para que los animales duerman, una separación de vidrio con el público, un corredor trasero para los cuidadores, una zona de preparación de alimentos y otras jaulas (enfermería, crías).

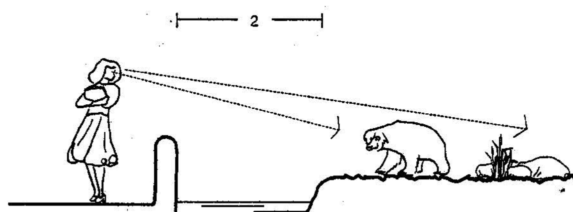
El acuario Ozeanum en Stralsund → ❸ es un ejemplo de acuario multifuncional con un amplio recorrido para el público, acuarios temáticos (mar Báltico/mar del Norte) y un espacio de guardias centralizado. El edificio sirve para fines expositivos y de investigación y tiene un complejo diseño con vistas espectaculares hacia las piscinas (de bancos de peces con pantalla de vidrio de 15 × 5 m, un túnel que atraviesa el acuario, acuario sobre el techo, piscinas de contacto con peces o de simulaciones).



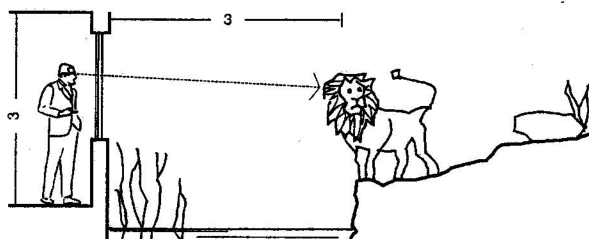
1 Posición escondida del público



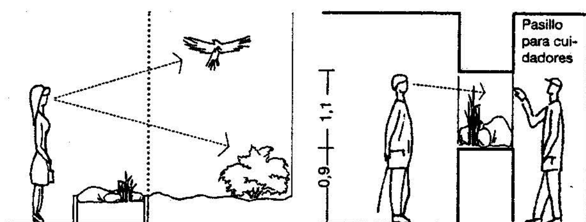
2 Jaula interior con corredor acristalado: vista desde la oscuridad a la claridad



3 Foso: público y animales en el exterior



4 Foso: público detrás de un vidrio de protección, animal en el exterior



5 Pajarera



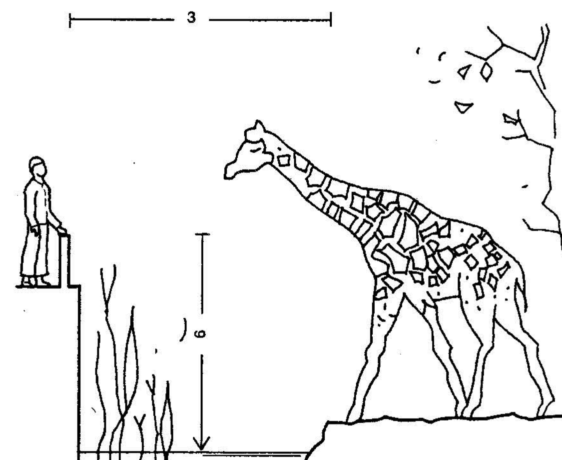
6 Terrario

Aspectos de diseño

Cercanía con la naturaleza: los recintos para los animales deben satisfacer las expectativas del público de un ambiente que cubra las necesidades de estos como en sus hábitats naturales; también debe satisfacer estéticamente al público y dar una sensación de amplitud espacial.
Cercanía física: cuánto más cerca esté el animal, mayor será el interés y el tiempo de permanencia en el lugar.
Cercanía emocional: los límites del recinto apenas deben percibirse.
Visibilidad: los recintos de los animales deben presentar una imagen misteriosa e incitar a descubrirlos (p. ej., vistas al recinto a través de una cascada o una cueva). Los caminos deben invitar a quedarse, no a pasar de lado por un recinto, sino que lleven hasta él.
Desde cada lugar debería verse solo un recinto de animales; deben evitarse las vistas molestas, al igual que masas de gente cerca del recinto.
La observación de los animales debe poder hacerse en una postura relajada, sin deslumbramientos por el sol o reflejos de cristales; el público debe ver un recinto luminoso y claro mientras se encuentra en un espacio sombreado (tiene la ventaja adicional de que el animal no percibe inmediatamente a la persona). Las áreas en las que los animales se sienten a gusto y están activos también deben tener buena visibilidad.
Posibilidad de recogimiento: es importante que existan espacios en los que el animal pueda recogerse y no ser observado.
Información: señalización, suficiente información
Accesibilidad: el acceso a los recintos (para los cuidadores) se efectúa mediante corredores y espacios reservados; hay que disponer equipos para la captura y el transporte de animales.

Separaciones

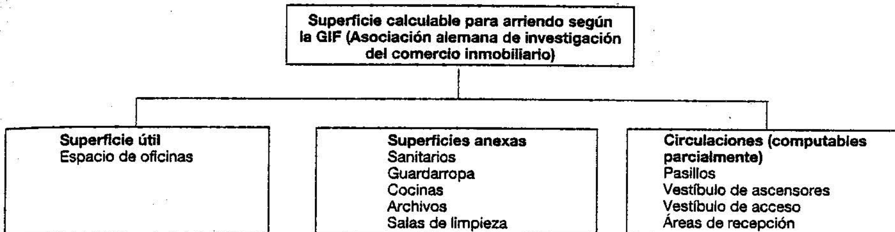
Fosos: en origen eran fosos secos, aunque en la actualidad generalmente tienen agua → 3. Tienen la ventaja de transmitir una imagen natural, aunque el agua se ensucie rápidamente y, en caso de que se hiele en invierno, los animales puedan atravesar cruzando el hielo. Por ello, el nivel de agua debe bajarse en invierno. Normalmente existe una protección adicional mediante rejas o muros.
El **vidrio** se utiliza en la mayoría de los casos como separación → 2, 4, ya que produce la sensación de tener contacto directo con el animal, y de este modo se evita el posible contagio de enfermedades (de humano a animal).
Las **rejas** molestan al visitante y al animal. En los zoos modernos se deben evitar las clásicas jaulas.



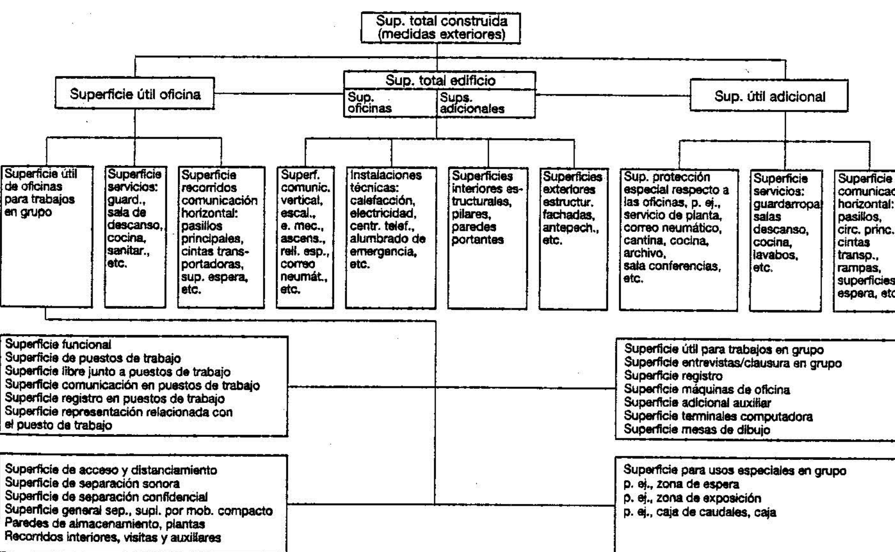
7 Foso: en caso de grandes animales, el foso debe ser lo suficientemente ancho

Tarea	Tipo de trabajo	Lugar de trabajo
Tareas rutinarias	Trabajo individual	Despacho individual
Desarrollo de proyectos	Trabajo en equipo	Oficina de trabajo en grupo
Reuniones Negociaciones	Intercambio	Sala de reuniones

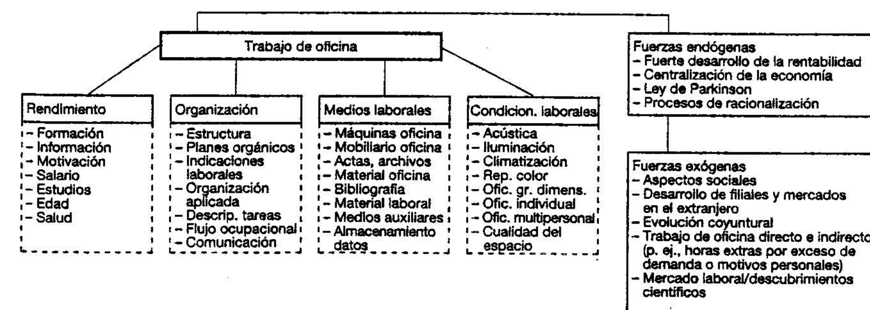
❶ Relación entre las tareas y el tipo de espacio



❷ La Asociación alemana de investigación del comercio inmobiliario (GIF) ha desarrollado, junto con el comité de las normas DIN, las definiciones de superficies para oficinas (MF-B) y comercio (MF-H) que deberían permitir la comparación de alquileres en el rubro.
Basado en los conceptos para superficies construidas de la DIN 277 1973/87, se compilan algunas partes de la superficie en las "superficies de alquiler para oficinas" al igual que en las "superficies de alquiler para espacios comerciales". Superficies utilizadas en conjunto solo son calculadas parcialmente. La aplicación no es obligatoria.



❸ Estructura organizativa de las superficies destinadas a oficina (según Lappat)



❹ Las influencias que afectan al trabajo de oficina (según A. G. Henkel)

Trabajo de oficina

El trabajo administrativo consiste en trabajar con la información. Dados los avances en el almacenaje y las mejores posibilidades de acceso a la información, el enfoque del trabajo de oficina se traslada del procesamiento rutinario de información (sistema tradicional de archivo) al tratamiento creativo y la evaluación de datos.

En el diseño de los puestos de trabajo en oficinas, el hombre es cada vez más el punto principal de atracción. Factores como la imagen corporativa, el diseño de áreas de recreo y de descanso, y un diseño de espacio de trabajo individualizado deberían aumentar la eficacia y la productividad en el trabajo. Mediante la interconexión globalizada pueden llevarse a cabo trabajos rutinarios de forma descentralizada (trabajo en casa, oficinas en otros lugares, así como oficinas alquiladas).

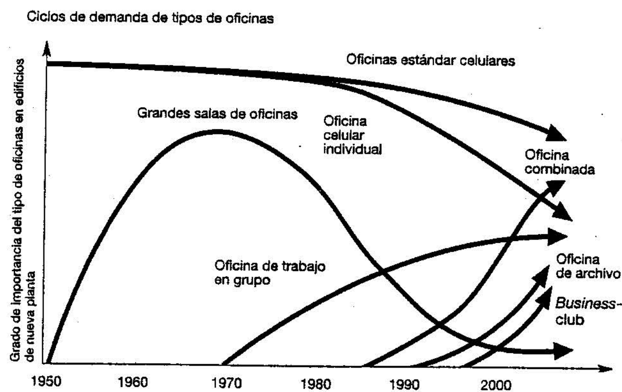
La sede de la empresa constituirá, pues, un mercado central de informaciones que será utilizado temporalmente por muchos empleados según las tareas y en grupos variables. Estos cambios han producido como resultado diversas exigencias para el espacio laboral en un edificio de oficinas.

La diversidad abarca desde una oficina celular individual, pasando por oficinas de trabajo en grupo, hasta puestos de trabajo solo utilizados temporalmente. A mayor flexibilidad de una sala de un edificio, más fácil será para una empresa adaptarse a las exigencias en constante cambio.

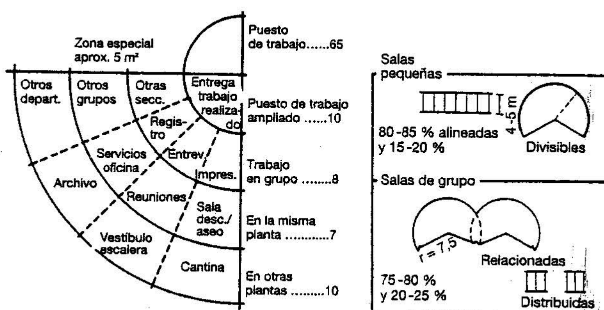
Proyecto

El estudio detallado de las estructuras de funcionamiento y organización de la empresa, así como de las funciones y los procesos laborales, llevan a un programa concreto de exigencias (análisis de necesidades).

En caso de espacios de alquiler, debe ponerse especial atención en conseguir un espacio flexible que facilite la compartimentación en oficinas de diferentes tamaños.

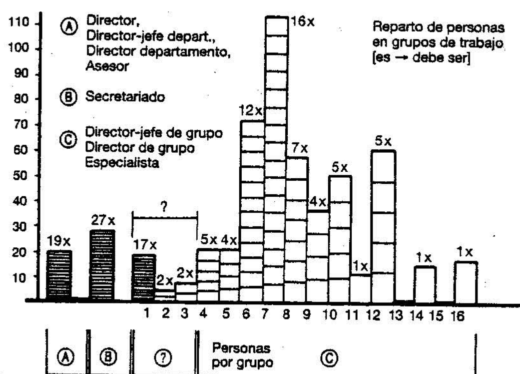


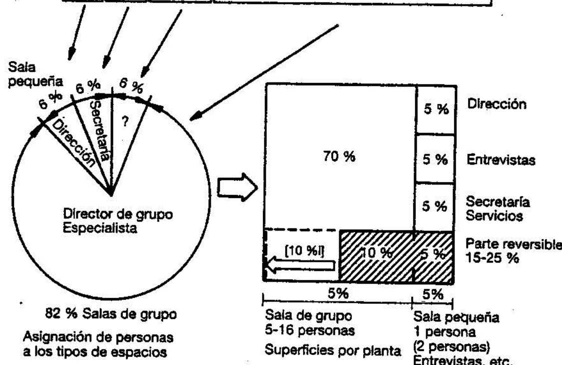
❶ Evolución de la demanda según diferentes tipos de oficinas [01]



❷ Utilización diaria de la oficina Superficie en %

❸ Distribución de los espacios de trabajo





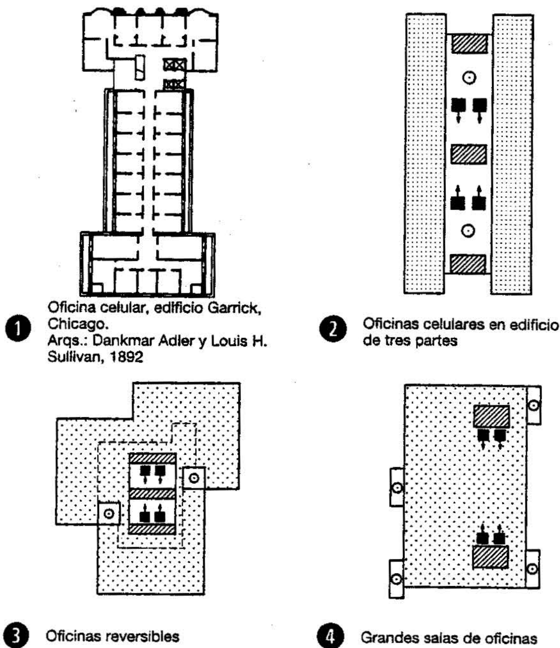
❹ Fundamentos de utilización para distribuir el espacio (según Gottschalk)

Influencia de la tecnología de la información y de la ofimática
La evolución de la tecnología de la información y de la comunicación modifica las condiciones laborales en los puestos de trabajo de una oficina. Las terminales multifuncionales sustituyen a las máquinas individuales de tratamiento de textos, datos e imágenes; los sistemas individuales se conectan en red para formar un sistema de comunicación ofimático integrado.
Debido a los nuevos monitores planos, ordenadores portátiles y teléfonos móviles, disminuye la superficie necesaria para cada puesto de trabajo. Los efectos de la nueva ofimática en la distribución de superficies y el diseño de puestos de trabajo generan nuevos criterios —mayor calidad inmediata de los puestos de trabajo, garantizar la flexibilidad típica de la empresa, mayor énfasis en un entorno ecológico— que las configuraciones antiguas de oficinas no pueden cumplir. Las nuevas normativas para espacios de oficinas regulan la superficie de los puestos de trabajo según la necesidad (ya no existen medidas mínimas).
En las actividades administrativas (seleccionado, copiado, archivado, búsqueda, adquisición de material) el potencial de racionalización es aprox. el 25 % del trabajo semanal. Los trabajos rutinarios con pausa activa de descanso se han reducido en un 50 %.
El aumento del teletrabajo y trabajo en casa lleva a una reducción de la superficie de oficinas, pues tan solo algunas actividades (reuniones, etc.) se llevan a cabo en espacios no personalizados que pueden ser utilizados por los distintos empleados según sea la necesidad. Los espacios personalizados se reducen a contenedores de archivos que guardan las actas y el correo. Los teléfonos móviles y los ordenadores conectados en red posibilitan distintos cambios de lugar.
A la potencial independencia (descentralización) se le oponen otras fuerzas que pueden jugar un papel significativo (concentración en lugares importantes, representatividad, emplazamiento urbano como signo de continuidad, ofertas de trabajo y ocio en un lugar).

Cambios en el puesto de trabajo
El efecto racionalizador de la tecnología de la información (modelo de organización) modifica la estructura de la oficina. El personal necesario disminuye, los grupos de trabajo se hacen más pequeños. La distribución, hasta ahora jerárquica del trabajo (director, secretaria, especialista, etc.) se convierte en un grupo de trabajo integrado y ello afecta también a la diferenciación de espacios. Una relación más sensible con el entorno más inmediato del puesto de trabajo responde a la nueva actitud respecto a la calidad del mismo (luz natural, relación con el medio ambiente, consumo de energía) y la actividad (enfoque ecológico, consumo de material, aprovisionamiento). El puesto de trabajo es, desde el punto de vista del usuario, un lugar de interacción social de creciente significado. Una carga física y psíquica más elevada origina una mayor atención para el entorno laboral (suficiente superficie, decisiones personales en cuanto o distribución del mobiliario, ventilación, iluminación, suficiente protección frente a las perturbaciones). Un 75 % del trabajo diario se realiza en el propio puesto de trabajo → ❷. Los contactos laborales son importantes, así como las instalaciones utilizadas colectivamente. Por ello, la exigencia de una zona mixta de despachos individuales y despachos de grupo. Puestos de trabajo "personales" y "colectivos" → ❸ - ❹. Junto a la remodelación de oficinas existentes, se dibujan nuevas configuraciones del espacio a partir de salas de uso individual y en grupo: la sala de grupo parcialmente zonificada según O. Gottschalk, la oficina combinada según E. Sieverts y W. Fuchs y el puesto de trabajo múltiple o polivalente según A. G. Henkel.

EDIFICIOS DE OFICINAS

TIPOLOGÍA HASTA 1980



❶ Oficina celular, edificio Garrick, Chicago.
Arqs.: Dankmar Adler y Louis H. Sullivan, 1892

❷ Oficinas celulares en edificio de tres partes

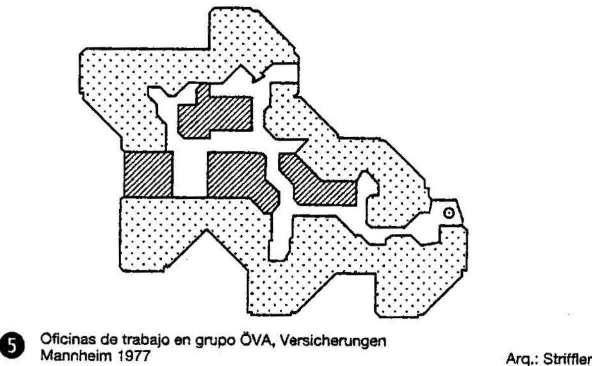
❸ Oficinas reversibles

❹ Grandes salas de oficinas

Formas de organización de las oficinas

Las **grandes salas** (Mies van der Rohe: "visibles, indivisas, solamente estructuradas...") son apropiadas para grandes equipos de colaboradores, sobre todo, para actividades rutinarias que no exijan demasiada concentración. En la actualidad, esta concepción constituye una excepción. La idea surgió en la década de 1960 con argumentos como transparencia y visibilidad de los procesos laborales, desarrollo de la conciencia de grupo, superficie racionalmente organizada y multifuncional. Las computadoras estaban en salas especiales, no en casi todos los puestos de trabajo. Los edificios con una gran profundidad de 20-30 m provocaban una elevada complejidad técnico-edificatoria, que solo es valida en las reconversiones de edificios; la flexibilidad potencial tiene sus límites en las exigencias actuales (ventanas practicables, suministro compartimentable de luz, electricidad y aire acondicionado) (A. G. Henkel). La gran sala adolecía de un carácter coercitivo (control social, dependencia de las instalaciones técnicas, molestias ópticas y acústicas), negativo en el rendimiento de los empleados.

Las **oficinas celulares** son muy apropiadas para el trabajo independiente que exige gran concentración, como despacho individual o solo para pequeños grupos que necesitan un intercambio constante de información. Es la forma de oficinas más extendida en Alemania desde finales de la II Guerra Mundial, aún tiene su justificación en la actualidad, cuando responde a los requisitos del puesto de trabajo (→ Grüner y Jahr/Steidle, Kissler, o → edificios de oficinas para el Parlamento Alemán/Schürmann), o en los rascacielos de oficinas, donde la estructura del edificio es tan determinante que llega a prevalecer el carácter de unas condiciones laborales espaciales y organizativas fuertemente normalizadas.



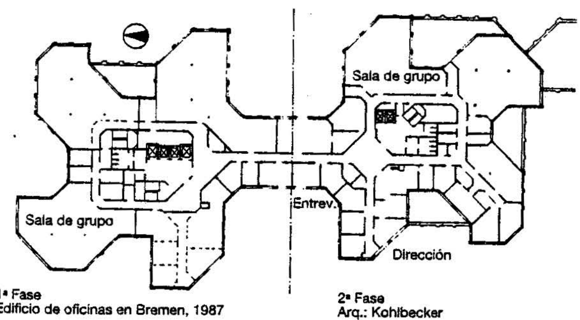
❺ Oficinas de trabajo en grupo ÖVA, Versicherungen Mannheim 1977 Arq.: Striffler

❻ a) BfG Francfort
Arqs.: Nowotny-Mähner, HPP, Speer y asociados

❼ b) Edificio cantonal de Berna
Arqs.: Matti, Bürgi, Ragaz, Liebefeld

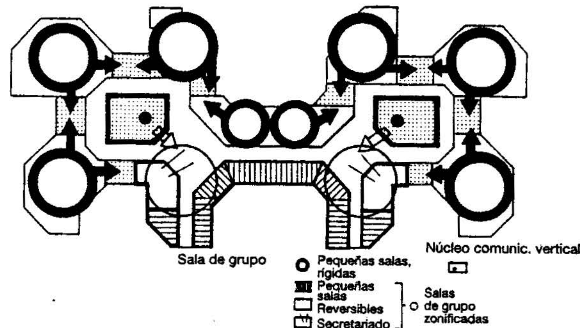
La **oficina reversible** fue el intento de mejorar la percepción de las condiciones laborales respecto a muchos requisitos considerados deficientes (climatización y luz natural no diferenciados, molestias ópticas y acústicas) en las grandes salas. Se mejoraron las instalaciones técnicas para permitir flexibilidad, la posibilidad de dividir la gran sala en oficinas celulares, más eficientes para el trabajo concentrado. Junto a la insatisfacción de los usuarios, la creciente pérdida de rentabilidad, debido al aumento del precio de la energía, ha contribuido a cuestionar las grandes salas de oficinas. La estructura laboral modificada por las nuevas tecnologías (por ejemplo, incorporación de ordenadores personales) permitió la or-ganización en pequeños grupos. Primer ejemplo: edificio ÖVA en Mannheim.

Salas de grupo (grandes salas pequeñas) para grupos de colaboradores con un intercambio constante de información. Se intentó, a través del tamaño del entorno laboral (7,5 m máx. hasta la ventana), instalar proporciones espaciales que dieran mayor juego a las necesidades específicas (véanse, Cambios en el puesto de trabajo) y, con ello, mejorar el entorno laboral de las grandes para adaptarlas a los nuevos requisitos del trabajo de oficina (luz, aire, individualidad). Permitió prescindir de la climatización completa en beneficio de técnicas de climatización de apoyo, junto a ventanas practicables de ventilación en las fachadas y superficies de calefacción.

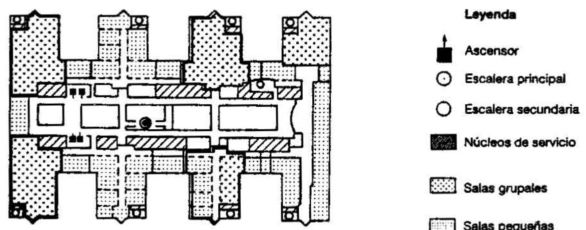


1ª Fase
Edificio de oficinas en Bremen, 1987

2ª Fase
Arq.: Kohlbecker



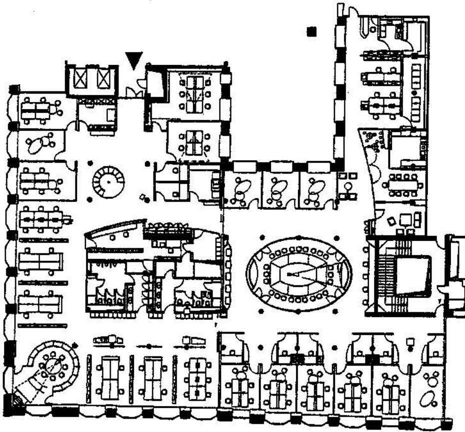
❽ Aplicación de las salas de grupo relacionadas, parcialmente zonificadas; las salas de grupo están vinculadas a través de pequeñas zonas, parcialmente zonificadas, según las necesidades, para superficies comunes



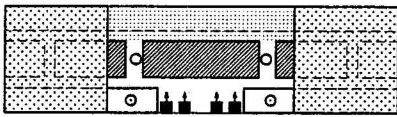
❾ Landeszentralbank Hessen, Fráncfort, 1988 Arqs.: Jourdan, Müller y otros

EDIFICIOS DE OFICINAS

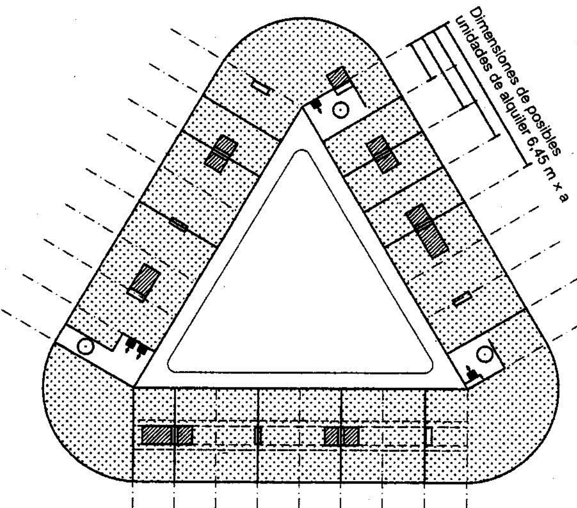
TIPOLOGÍA DESDE 1980



❶ Oficinas en un edificio antiguo con puestos de trabajo distribuidos según las necesidades y que pueden ocuparse dependiendo de la tarea que desempeñen los empleados. Este sistema de organización con espacios de trabajo no territoriales se denomina *hotelling-office* Arqs.: Schnell und Partner



❷ Planta esquemática de un edificio dividido en tres con áreas de usos flexibles en los extremos y oficinas celulares en el núcleo



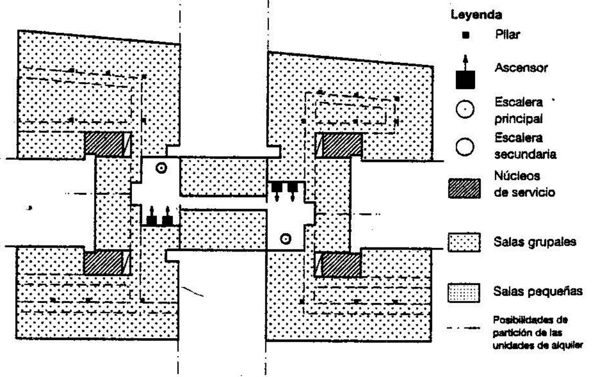
❸ Planta esquemática de un edificio de oficinas de alquiler con superficies variables. Al subdividir unidades de alquiler en planta, el usuario puede redistribuirlas internamente. La unidad más pequeña es de medio eje entre dos núcleos de servicios; profundidad del edificio: 15 m; distancia entre núcleos de servicio: 12,9 m; unidad mínima de alquiler: aprox. 90 m². UFO, Fráncfort Arqs.: Dietz Joppien Achitekten AG

La creciente tecnificación y automatización ha cambiado los requisitos del espacio destinado a oficinas, lo que a su vez exige sanear los edificios existentes. Igual ocurre con las configuraciones de grandes salas → pág. 244, Cambios en el puesto de trabajo. Los medios para reorganizar el edificio son la rehabilitación, la incorporación de luz natural a través de patios interiores, la subdivisión de las plantas sin perder por completo la visibilidad, la creación de puestos de trabajo equivalentes en calidad de luz, aire y aislamiento acústico, o instalación de sistemas que puedan incorporar determinadas funciones técnicas, como, por ejemplo, conducción de cables, conexiones, etc., así como funciones de estructuración del espacio.

La **oficina combinada** intenta proporcionar el concepto espacial apropiado para los requisitos específicos de la correspondiente organización empresarial; es decir, una oferta de espacio flexible allí donde se requiera, que permita trabajar en grupo, que prevea salas individuales para los trabajos de mayor concentración, que disponga de instalaciones de uso colectivo temporal para determinadas tareas y que sea especialmente apropiada para trabajos independientes de gran cualificación, teniendo en cuenta que el puesto de trabajo puede cambiar a lo largo de la jornada.

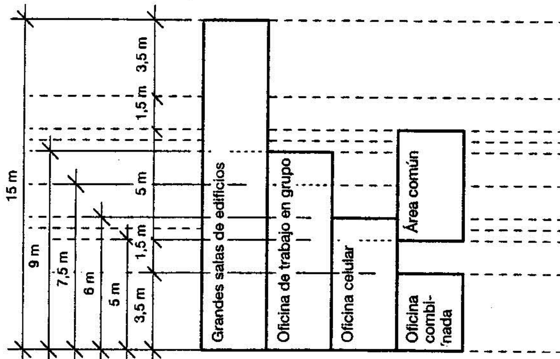
El ***hotelling-office*** o también ***business-club*** no son esquemas espaciales, sino una forma especialmente flexible de organizar el trabajo sin puestos de trabajo fijos ni personalizados. En estos modelos destacan las posibilidades de uso variables y las diferentes cualidades espaciales. En el caso de las oficinas combinadas y de grandes salas de oficinas, la eficiencia se consigue gracias a la organización funcional y un ambiente ameno tipo "club" que produzca bienestar en los trabajadores.

Debido a estas experiencias, se otorga mayo valor a la reversibilidad en edificios de planta nueva, pudiendo así adaptarse mejor a los ciclos de cambio de información cada vez más breves. Todo ello conduce a edificios que puedan compartimentarse en nuevas unidades de uso sin mayor esfuerzo (**oficinas de alquiler**) → ❸ + ❹ o que admitan una mezcla de producción y administración (incubadora de empresas) → ❸. Las cambiantes expectativas de los usuarios con relación al puesto de trabajo y los altos costes energéticos llevan a nuevas formas de construcción con elementos que regulan el calor y la ventilación natural (invernaderos, vestíbulos, fachadas dobles, etc.).

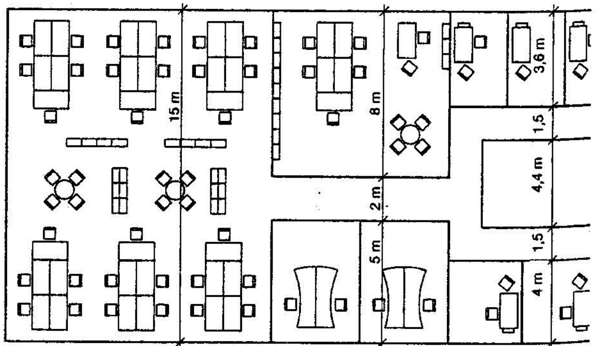


❹ Planta esquemática de un edificio de oficinas de alquiler con superficies variables. La zona central del edificio permite adjudicar las unidades de alquiler según las diferentes necesidades.
Kennedyhaus, Düsseldorf

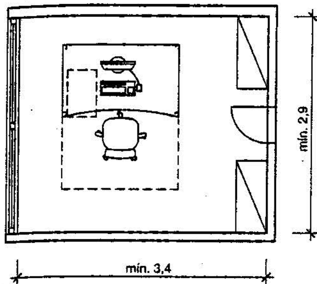
Arqs.: Kister Scheithauer Gross, U. Coersmeier



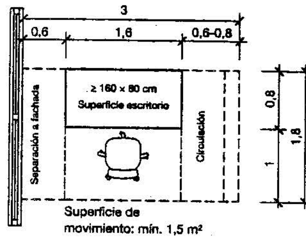
❺ Profundidad de los distintos tipos de oficinas



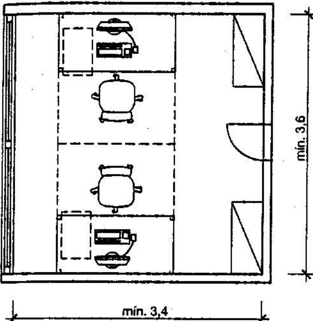
❻ Posibilidades de distribución de despachos en una planta de 15 m de anchura



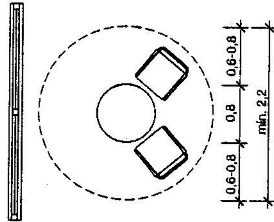
❶ Ejemplo de despacho



❷ Superficie mínima para un puesto de trabajo individual



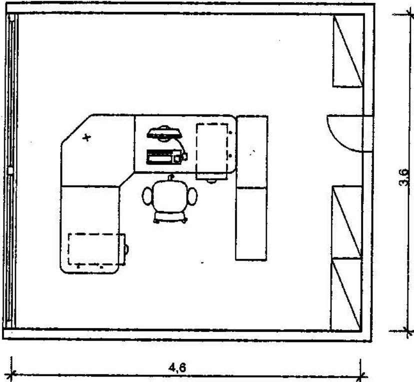
❸ Oficina doble con puestos de trabajo orientados contra la pared



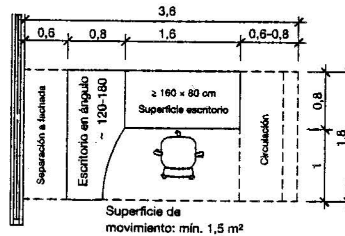
❹ Superficie necesaria para zona de reuniones

0,4 0,4 0,4
0,4 0,6 0,4
0,8 0,4

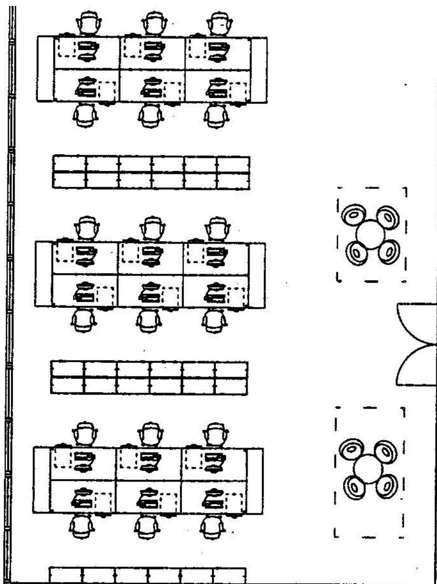
❺ Superficie necesaria para archivo/fichero



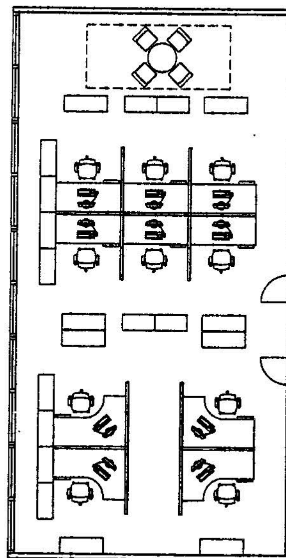
❻ Puesto de trabajo secretaría



❼ Puesto de trabajo individual con superficie adicional



❽ Distribución de puestos de trabajo en oficinas con grandes grupos de trabajo



❾ Distribución de puestos de trabajo en oficinas con pequeños grupos de trabajo

EDIFICIOS DE OFICINAS

SUPERFICIES NECESARIAS

Puesto de trabajo

Según la nueva Ordenanza alemana de seguridad e higiene en el trabajo ya no existen medidas mínimas para los puestos de trabajo. No obstante, las dimensiones mínimas pueden deducirse a partir de las normas DIN/EN y las ordenanzas correspondientes ateniéndose a las exigencias de las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales y al hecho de que actualmente cada puesto de trabajo cuenta con un ordenador.

Superficies amuebladas

La norma DIN 4543-1 no prescribe ninguna superficie determinada, sino superficies suficientes de movimiento y trabajo para puestos de trabajo cambiantes y para la ubicación ajustable de elementos de trabajo. La norma DIN distingue diferentes categorías de superficies que pueden superponerse mientras no exista ningún perjuicio para el uso del espacio:

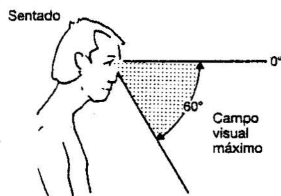
- Superficie de trabajo: escritorio.
- Superficie de almacenaje: superficie del mueble.
- Superficie para la manipulación del mueble: superficie para puertas y cajones.
- Superficie de movimiento en el puesto de trabajo.
- Vías de circulación y tránsito.

Formas de oficina o de trabajo

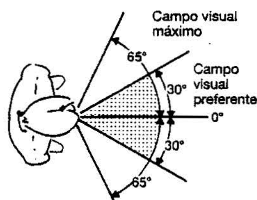
Las formas de oficina y sus distribuciones espaciales conforman una gama definida por el uso, la organización de procesos, la técnica informática y la cultura empresarial. Con la estructura del edificio y su distribución interior puede influirse notablemente en su uso. Puede conseguirse mayor eficiencia reduciendo la superficie por puesto de trabajo, el apoyo espacial en los procesos y el aumento de la motivación, entre otras cosas. Por último, los componentes emocionales resultan decisivos, como, por ejemplo, el color y los materiales, así como la disponibilidad de espacios de retiro y de comunicación para reuniones formales e informales. El análisis de necesidades puede dar datos valiosos para las posibles formas de oficinas.

N EN ISO 9241

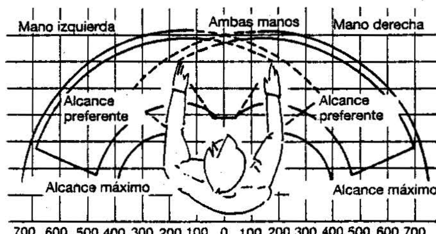
Véase también:
Iluminación,
pág. 497



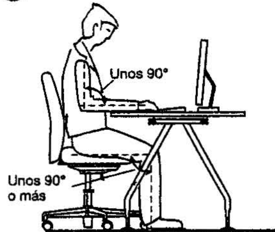
❶ Campo visual en vertical



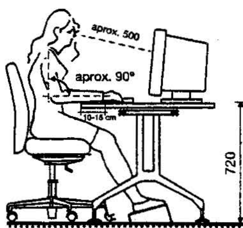
❷ Campo visual en horizontal



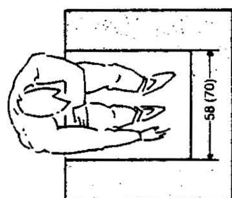
❸ Alcance de la mano



❹ Posición ergonómica correcta



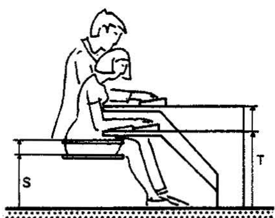
❺ Puesto de trabajo con monitor, diseño ergonómico con mesa fija



❻ Libertad de piernas

60 (70)
45
20
55 (59)
62 (66)
65 (69)
72
12
(20)

Se deben intentar conseguir los valores entre paréntesis



Puesto de trabajo tipo 1 Mesa de altura variable Silla de altura variable		
	Mujeres	Mujeres y hombres
M (alt. mesa)*	(630-t)–(730-t)	(630-t)–(780-t)
S (alt. silla)	420-460	420-500

Puesto de trabajo tipo 2 Mesa fija Silla de altura variable Pies de altura variable		
	Mujeres y hombres	Mujeres
M (alt. mesa)*	(700-t)–(730-t)	(750-t)–(780-t)
S (alt. silla)	460-500	500-550
P (alt. pies)	0-100	0-150

Puesto de trabajo tipo 3 Mesa fija Silla de altura variable		
	Mujeres	Mujeres y hombres
M (alt. mesa)*	(640-t)–(800-t)	(680-t)–(800-t)
S (alt. silla)	420-460	420-500

* t: altura media del teclado por encima de la mesa

❼ Dimensiones del mobiliario de oficinas

EDIFICIOS DE OFICINAS

LUGARES DE TRABAJO CON PANTALLAS

Puestos de trabajo en los que el monitor, el teclado alfanumérico y los demás accesorios son determinantes para desempeñar el trabajo. Los puestos de trabajo con un monitor no se rigen por una solución estándar, sino por las correspondientes características intrínsecas de la tarea a realizar (p. ej., puesto de información, puesto de entrada de datos, etc.).

Prescripciones contenidas en "Reglas para los puestos de trabajo en el ámbito de las oficinas" ZH 1/618 de la Asociación de Sindicatos. Normas citadas:

-"Directrices laborales"
- Más de 40 normas DIN, en especial
- DIN 66234, partes 1a a 7a, puestos de trabajo con monitor
- ZH 1/535 reglas de seguridad para puestos de trabajo en oficinas
- Normas VDI y VDE sobre instalaciones técnicas (calefacción, ventilación y electricidad). Los puestos de trabajo con monitor se diseñarán de acuerdo con estas reglas de seguridad y las reglas universalmente reconocidas de la técnica, o responderán a los correspondientes resultados de las investigaciones ergonómicas y de medicina laboral.

Diseño del puesto de trabajo

Los medios auxiliares de trabajo se han de colocar dentro del campo visual y al alcance de la mano → ❶ – ❸ En los puestos de trabajo debe haber una superficie libre para movimientos de 1,5 m².

Mobiliario. Posición de trabajo correcta: brazo y codo en perpendicular formando un ángulo aprox. de 90°, pierna y rodilla en perpendicular, formando un ángulo de 90° → ❹ para permitir una posición correcta del cuerpo en individuos de diferente altura; la altura de la mesa y la silla se ha de poder variar. Existen dos posibilidades ergonómicamente equivalentes:

A: Puesto de trabajo tipo 1, mesa de altura variable	60-78 cm
Silla de altura variable	42-54 cm
B: Puesto de trabajo tipo 2, puesto de trabajo tipo 3,	
Mesa de altura fija	72 cm
Silla de altura variable	42-50 cm
Apoyo de los pies de altura variable	0-15 cm

Se debe tener en cuenta que las piernas tengan suficiente libertad de movimiento → ❻.

La superficie de trabajo debe ser como mínimo 120 × 80 cm (el trabajo en pantalla requiere poca superficie). Otros trabajos de oficina requieren 200 × 80 cm.

Entorno: Todos los objetos existentes en el ámbito estricto de la mesa de trabajo deberían tener un grado de reflexión del 20 al 50 %. Iluminancia entre 300 y 500 lux, limitación del deslumbramiento de las luminarias, p. ej., filtros antirreflectantes para pantallas o pantallas antideslumbrantes en las luminarias empotradas → pág. 510-519. Colocar las franjas de luminarias en paralelo a las ventanas. Superficies mates con el grado de reflexión recomendado (techo un 70 %, paredes un 50 %, estanterías del 20-50 %). Dirección visual al monitor paralela al frente de ventanas y franjas de iluminación, monitor a ser posible entre ambos. Los puestos de trabajo con monitor se situarán, a ser posible, en zonas sin ventanas.

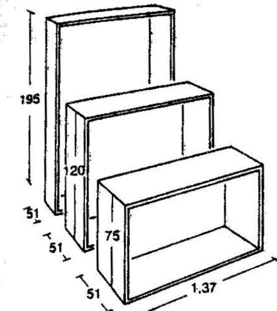
Se deben respetar las recomendaciones para las condiciones climáticas y el aislamiento acústico. Debido a la creciente incorporación de aparatos, en las oficinas se incrementa la carga de refrigeración necesaria más que las exigencias de calor (→ Instalaciones).

Psicología del puesto de trabajo con monitor

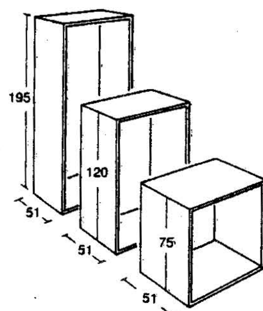
Pueden aparecer efectos negativos frente a la estructuración del trabajo con ordenadores si se persigue una estrategia de racionalización que intente separar al individuo del proceso laboral y destinarlo a actividades residuales. El prof. Walter Volpert , formula nueve criterios para diseñar los puestos de trabajo (por contraste hombre-máquina) que definen las tareas con las siguientes características:

- Gran espacio para maniobrar y tomar decisiones.
- Adecuado campo temporal para ello.
- Oferta para la interpretación personal/superación de exigencias.
- Tareas libres de obstáculos.
- Suficiente actividad corporal.
- Se requieran múltiples habilidades sensoriales.
- Manipulación concreta de objetos reales (p. ej., relación directa con condiciones sociales).
- Oferta de posibilidades de variación.
- Exigencia y posibilidad de cooperación social y contactos personales directos.

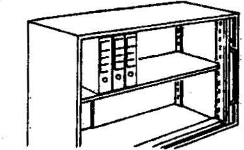
(→ Cambios en el puesto de trabajo).



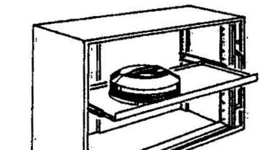
❶ Sistema de armarios serie A



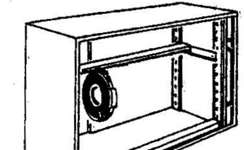
❷ Serie B → ❸ - ❿



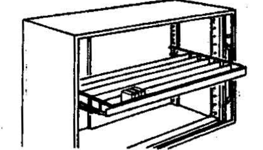
❸ Estantes. Espacio útil 42 cm × 1,37 m



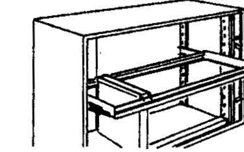
❹ Estante extraíble con guía telescópica



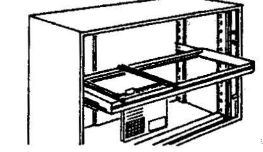
❺ Guía portante para cintas magnéticas. Capacidad: 49 unidades



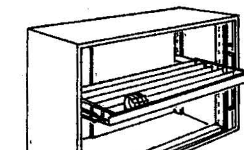
❻ Estante extraíble para cintas de microfilm. Capacidad: 164 unidades



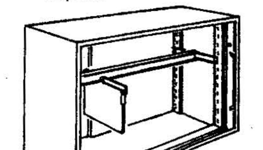
❼ Soporte de suspensión extraíble



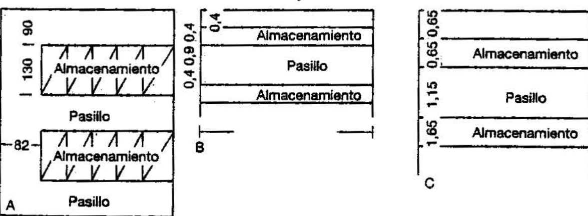
❽ Armario con guías para colgar carpetas



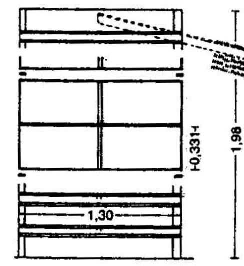
❾ Estante extraíble para cintas LS. Capacidad: 190 unidades



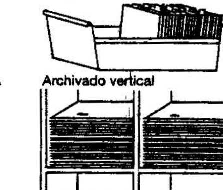
❿ Armario con guías para colgar carpetas



⓫ Relación entre superficie de almacenamiento y superficie de pasillo, según el sistema de archivado



⓬ Archivador Velox; sección y planta



Tiempo de procesado
Comparación entre archiv. vertical y horizontal:

	Archivado horizontal	Archivado vertical
Extraer docum.	29 %	14 %
Selección docum.	41 %	66 %
Almacen. docum.	30 %	20 %
	100 %	100 %

⓭ Sistema de archivado

Archivos

A pesar de la introducción de nuevas técnicas en la oficina, desde 1980 se ha cuadriplicado el consumo de papel como medio para almacenar información. En el marco de los sistemas de comunicación existentes en el interior de las oficinas, la llamada información no codificada (cartas, textos, revistas) continuará existiendo en forma de volumen de papel.

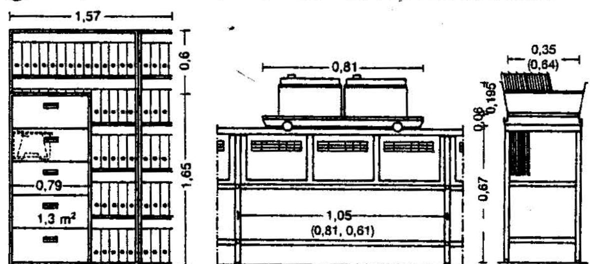
Finalidad: clasificación y almacenamiento visible de documentos con un buen aprovechamiento del espacio. Espacio necesario de los archivos (según Ladner → ❶). Al aumentar la profundidad de los archivadores aumenta también la anchura de los pasillos intermedios.

L × P (archivadores)	= superficie de almacenamiento
+ 1/2 L × P + 0,5	= superficie de pasillo
superficie total	= superficie (almacenamiento + pasillo)

Los archivadores más profundos son más rentables, → ⓫ muestra la relación entre la superficie de almacenamiento y la de pasillo de archivado vertical con archivadores profundos (sistema Velox) y horizontal. Sup. almacenamiento en archivado vertical: 5,2 m², sup. de pasillo: 4,6 m² (100:90). En archivado horizontal, la sup. almacenamiento es de 3,2 m², con 3,6 m² de pasillo (90:100, proporción inversa); la colmatación es menor, pues los estantes superiores son difíciles de utilizar. El archivado vertical supone un ahorro del 40 % en personal. Los archivos de suspensión aprovechan la superficie de pared un 87 % mejor que los normales → ⓯. Transporte de documentos por montacargas *paternoster*. Puesto de trabajo con bandeja de clasificación, mesa pequeña, asiento con ruedas. Situación central del archivo. Intereje entre ventanas favorable: 2,25-2,5 m. Altura libre del espacio: 2,1 m (2 plantas normales de oficinas = 3 de archivo). Una hilera de mesas → ⓰ y ⓱ con carpetas suspendidas une adecuadamente los puestos de trabajo. Emplear un carrito con ruedas como superficie para escribir o para bandejas de archivo, los archivos móviles (mueble compacto), permite un ahorro en los pasillos intermedios y un mejor aprovechamiento del espacio (100-120 %) → ⓲ B. Las instalaciones se ajustan a las necesidades, como archivos, clasificadores, bibliotecas y almacenes. Movimiento manual o motorizado; con un solo movimiento de mano se pueden cerrar archivos enteros o solo una parte.(→ Bibliotecas, pág. 259 y ss.)

		Archivado horizontal de carpetas colocadas en estantes abiertos	Archivado bibliotecario en clasificadores dentro de armarios con persiana enrollable 40/125/220	Archivado combinado con carpetas en estantes 65/78/200
10.000 documentos aprox. 2 mm de grosor (sin carpeta) aprox. 25 hojas	1) Armario corrido	7,25 m	11 m	2,4 m
	2) Superficie necesaria en planta, incluidos os pasillos intermedios; en m²	5,92 m²	8,25 m²	3,6 m²

⓮ Comparación entre el espacio que ocupan diferentes sistemas de archivo

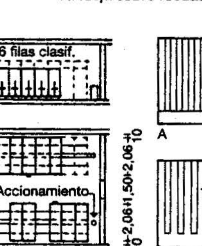


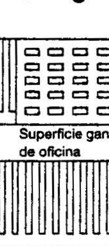
⓯ Superficie de pared ocupada por un volumen de documentos en archiv. convencionales o carpetas suspendidas

⓰ Hilera de mesas con bandeja sobre ruedas

⓱ Sección → ⓰







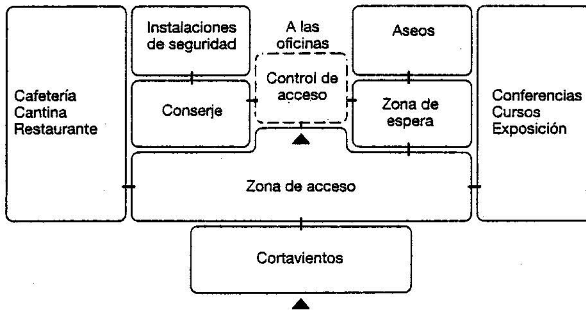
⓲ A = Archivo móvil; B = comparación con un archivo normal

Administración Oficinas

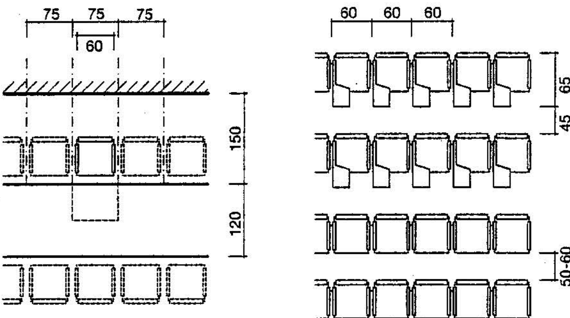
EDIFICIOS DE OFICINAS

Organización
Tendencias
Tipología hasta 1980
desde 1980
Superficies necesarias
Lugares de trabajo con pantallas
Archivos
Superficies auxiliares
Tipologías de locales
Retículas
Accesos y evacuación
Instalaciones
Construcción

véase también: Bibliotecas y archivos, pág. 259



1 Distribución espacial de las salas de uso público junto al área de acceso y del control de acceso



2 Espacio necesario para asientos en salas de conferencias y de cursos

Superficie en m²		Bajo	Media	Alto
Puesto de trabajo	Puesto de trabajo angosto	11-15	13	15,5
	Superficies adicionales para consultas y archivo	1,5-4,2	2,5	
Superficies anexas	Aseos	0,6-0,8	0,7	9
	Conferencias/cursos	0,3-1	0,6	
	Superficie de archivo	0,4-1	0,6	
	Almacén	0,4-1,5	0,6	
	Cafetería/cantina/cocina	0,6-1,6	1,1	
	Área de acceso	0,2-0,7	0,4	
	Suministros/gestión de residuos	0,5-1,5	1	
	Correo	0,3-0,5	0,4	
	Centro informático	0,5-1,5	1	
	Plazas de garaje	0-13	2,6	
Edificio	Superficie construida	1,9-3,8	3	10,5
	Instalaciones	2,4-4,6	3	
	Circulaciones	2,2-6	4,5	

3 Superficies medias brutas por puesto de trabajo

Superficies anexas y adicionales
La superficie necesaria por puesto de trabajo varía entre 23 y 45 m² según sea la distribución y las necesidades representativas. Además deben contarse con 2,6 m² de superficie de aparcamiento subterráneo, que no computa en la edificabilidad (O. Gottschalk, 1994), una tendencia que va en aumento desde la década de 1970.

Vestíbulo
Conexión entre el público y los puestos de trabajo. Las funciones más importantes son de cortavientos, control de acceso, información, registro de visitas y zona de espera. Es un espacio importante para la imagen corporativa de una empresa, pues la primera impresión es decisiva.

Conferencias, cursos
Las salas de conferencias deben tener una relación directa con la zona de acceso. Deben preverse tanto trasteros o almacenes para guardar elementos como paredes móviles para subdividir grandes salas, mesas, asientos y aparatos audiovisuales para conferencias, y una cocinilla para actos (estos espacios anexos requieren aprox. 1/3 de la superficie de la sala de conferencias). Debe prestarse especial atención al aislamiento acústico. En salas de conferencias se precisan 2,5 m² por asiento (sin superficies anexas); superficie necesaria por puesto de trabajo: 0,3-1 m².

Correo
Su función es repartir los mensajes y paquetes salientes y entrantes. Las superficies de trabajo (mesa de empaquetado y clasificación) deben ser lo suficientemente grandes, de modo que el reparto de correo se pueda hacer de manera rápida; superficie necesaria por puesto de trabajo: 0,3-0,5 m².

Archivos
Almacenaje de la forma más eficiente posible de actas y escritos (por puesto de trabajo se alcanzan fácilmente 10-20 m lineales solo de archivo) que raras veces se necesitan, pero que deben conservarse (plazos legales de archivo). Por este motivo, debe aclararse oportunamente si se utilizarán microfilms u otra forma de archivo electrónico. Para salas de archivo debe preverse una carga superior (7,5-12,5 kN/m²) debido a las estanterías móviles (→ Archivo, pág. 259).

Instalaciones de procesamiento de datos/ordenadores
A la hora de planificar una oficina, es importante prever cuanto antes las redes informáticas; debe averiguarse si se necesitan salas de las instalaciones con o sin puestos de trabajo permanentes, y si se distribuyen estos espacios en el edificio de modo centralizado o descentralizado. La cantidad de instalaciones que albergan estas salas requiere que dispongan de suelos técnicos de 70 cm de altura y climatización. Debe considerarse un control especial de acceso. Los sistemas de copias de seguridad deben estar en lo posible separados del centro de datos en sectores protegidos contra incendios.

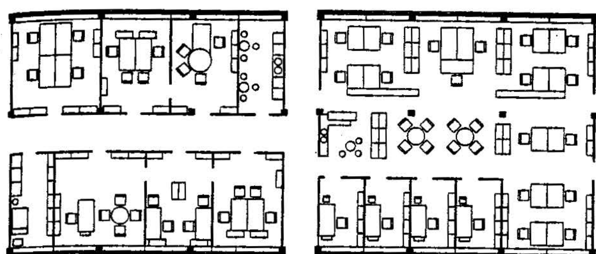
Espacios de recreo
Cantinas o cafeterías (→ Espacios gastronómicos, pág. 186) que normalmente están operadas por empresas externas. Su emplazamiento en el entorno de la recepción y antes del control de acceso permite que personas ajenas a la empresa también puedan utilizarla.
Las minicocinas para el personal deben estar situadas cerca de los puestos de trabajo y, siempre que sea posible, conectados con zonas comunes. Debe haber una cocina de unos 10 m² por cada 50-100 puestos de trabajo.

Aseos
Se calculan según la Ordenanza alemana de seguridad e higiene en el trabajo (→ pág. 282), y en este caso debe ponerse especial atención a la separación entre el vestíbulo y los lavabos y los retretes; una unidad de aseos por cada 50-80 puestos de trabajo; superficie necesaria por puesto de trabajo: 0,6-0,8 m².

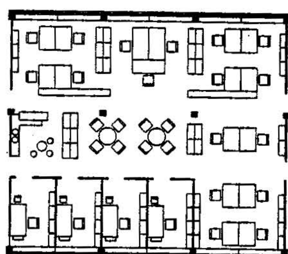
Servicios de mantenimiento
Por cada nivel deben preverse salas y almacén para productos de limpieza, preferiblemente con toma de agua y lavadero. Debe haber una sala de basuras central y separadamente destructores de documentos. El encargado del mantenimiento del edificio debe disponer de una sala de estar, un almacén y una zona de taller.

Otras superficies especiales
Según las necesidades, debe preverse aparcamiento vigilado y espacio para vehículos de servicio, gimnasio, piscina, sauna y guarderías.

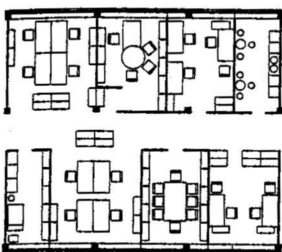
éase también:
Iluminación, pág. 497 y ss.



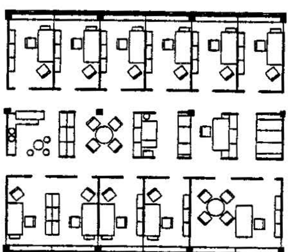
❶ Oficina celular/despacho



❸ Oficina de trabajo en grupo



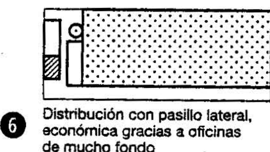
❷ Gran sala de oficinas



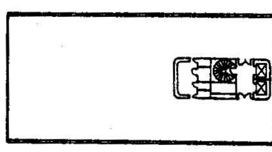
❹ Oficina combinada

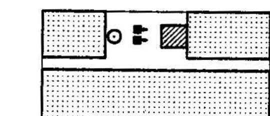


❺ En un estudio de rentabilidad de H. Sommer (→ bibliografía), se proyectó cinco variantes de espacios para obtener información cuantificable en cuanto a las superficies necesarias

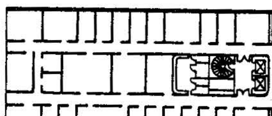


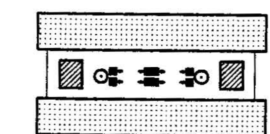
❻ Distribución con pasillo lateral, económica gracias a oficinas de mucho fondo



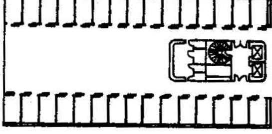


❼ Distribución con pasillo central





❽ Distribución en tres franjas



❾ Distribución sin pasillos

❿ Primera oficina combinada: administración central ESAB. Tenbom Architektur AB, Estocolmo, 1976; Variantes de distribución: espacio abierto, salas de grupo, oficinas celulares, oficina combi

Leyenda:

Ascensor | Escalera principal | Escalera secundaria | Núcleos servicio | Salas grupales | Salas pequeñas

Tipos de oficinas

Los espacios de oficinas pueden dividirse en dos categorías según sus dimensiones y ocupación: oficinas celulares (despachos) y espacios abiertos de trabajo. Todos los demás tipos son variaciones y distribuciones diferentes de estos tipos básicos.

Tipos de espacios

Oficina celular: despachos individuales y dobles enfilados a lo largo de un pasillo con iluminación artificial. La infraestructura de uso común ocupa costosos espacios cerrados en la línea de fachada, pues no está permitido colocar mobiliario en los recorridos de evacuación. La ocupación, más rentable, con dos o más personas, dificulta el trabajo concentrado; la ocupación individual entorpece la comunicación interna. Sigue siendo el tipo de oficina más extendido → ❶.

Gran sala de oficinas: tipo de oficina desarrollada en las décadas de 1960 y 1970. Gracias a la iluminación artificial y a los equipos de aire acondicionado era posible disponer de grandes salas con cien y más puestos de trabajo que representaban la libre comunicación. Las superficies económicas para oficinas contrastaban con grandes esfuerzos en los abastecimientos técnicos. Tipo de oficina poco popular entre los trabajadores → ❸.

Oficina de trabajo en grupo: partiendo de las experiencias con las grandes salas de oficinas, se crearon las oficinas de trabajo en grupo para 4 a 6 puestos utilizables por equipos o departamentos individuales. Es la forma de oficina preferida para tareas creativas, de diseño o de coordinación y para tramitaciones que requieren una gran comunicación interna → ❷.

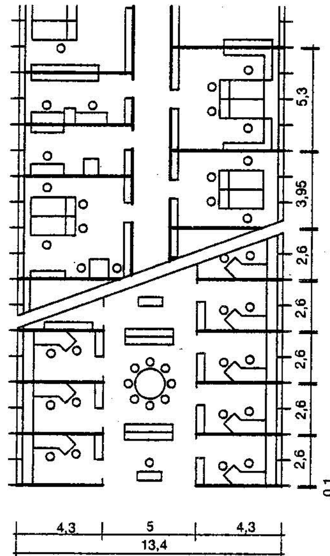
Sistemas espaciales

Oficina combinada: despachos muy pequeños separados con divisorias de vidrio de las zonas de comunicación más amplias donde se ubican los equipos de uso común. En la década de 1980, este tipo de oficinas intentaron combinar las ventajas de la oficina celular y la gran sala de oficinas. Cada empleado dispone de un puesto de trabajo individual para el trabajo concentrado, un espacio abierto de uso común en la zona central y divisiones acristaladas fomentan la comunicación → ❿.

***Hotelling-office, business-club*:** funciones definidas asignadas a cada puesto de trabajo. Los usuarios eligen el puesto de trabajo apropiado para cada tarea que desempeñen (oficinas no territoriales). El ámbito privado del empleado se limita a un contenedor móvil. Este tipo de oficina solo es posible gracias a nuevas formas de organización empresarial y a los equipos técnicos como teléfonos móviles y ordenadores portátiles. El teletrabajo o un alto porcentaje de servicios externos pueden llegar a ahorrar el 20-50 % de espacio en comparación con las oficinas privadas → pág. 246 ❶.

Oficina satélite: ubicadas de forma descentralizada (p. ej., en barrios residenciales, en el entorno cercano del empleado) y en régimen de alquiler, ofrecen puntos de servicio como sucursales de grandes empresas, además de poner a disposición de pequeñas empresas y autónomos superficies e infraestructuras de oficina de diferentes dimensiones. Deberían descongestionar el tráfico a horas punta y ofrecer espacios administrativos infrautilizados (salas de reunión, de conferencias o aulas) ajustados a las necesidades.

Oficina reversible: no se trata de una tipología de oficina propiamente dicha, sino de una forma de edificio que permite, con más o menos esfuerzo, diferentes distribuciones de oficina. La flexibilidad creciente requiere aumentar las instalaciones a disposición, y en lo que se refiere a las dimensiones y la distribución de las oficinas, cabe buscar soluciones de compromiso. Tipología de edificio utilizada sobre todo para oficinas de alquiler para futuros usuarios desconocidos → págs. 246, 247.



❶ Retícula: 1,5 m; profundidad del edificio: 12,5 m. Para oficinas celulares, forma constructiva económica para oficina combinada, zona uso común estrecha y 10 % menos de puestos de trabajo con ventana que en la variante → ❷

❷ Retícula: 1,35 m; profundidad del edificio: 13,4 m. Para oficinas combinadas, forma económica para oficinas celulares, despachos mal distribuidos con gran fondo

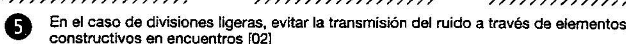
Intereje 1,2 — Intereje 1,3 — Intereje 1,4



❸ Diferentes posibilidades de uso según el intereje entre ventanas

A Pilar delante de la línea de fachada — B Pilar integrado en la fachada — C Pilar detrás de la línea de fachada — D Pilar desplazado detrás de fachada

❹ Diferentes posibilidades de posición de pilares con relación a la retícula. En A y D, los encuentros entre las divisiones y las fachada son siempre iguales. En B y C hay diferentes encuentros entre las divisiones y la fachada



❺ En el caso de divisiones ligeras, evitar la transmisión del ruido a través de elementos constructivos en encuentros [02]

EDIFICIOS DE OFICINAS

RETÍCULAS

Las crujías, posición de pilares y la división de la fachada determinan las posibles dimensiones de los espacios. Los módulos del interiorismo y la fachada deben estar coordinados para poder conectar tabiques divisorios a la fachada. Debido a los diferentes ciclos de vida de los elementos del edificio, debería escogerse un módulo de retícula adaptable. Últimamente se ha consolidado como módulos las distancias entre ejes de 1,5 m para oficinas celulares y de 1,35 m para tipologías de oficina combinada.

Distancia entre ejes 1,5 m

Módulo económico para oficinas celulares ocupadas en su mayor parte por dos puestos de trabajo. Fondo puesto de trabajo de 2,2 m (80 cm escritorio, 1 m superficie de movimiento, 40 cm contenedor de archivo a la espalda); con 10 cm de grosor de partición, 4,4 m de anchura libre de la pieza.

Fondos de edificio usuales para distribuciones con pasillo central: 12-13 m. Estas medidas solo son aptas para oficinas combinadas en ciertas condiciones.

Distancia entre ejes 1,35 m

Anchuras de espacios de 3,8 m (~ 18 m² superficie útil) facilitan: muebles fichero adicionales; dos puestos de trabajo con pantallas con el fondo recomendado por la mutua de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de 0,9 m; una mesa de dibujo o tecnígrafo y un escritorio; un escritorio y una mesa de reuniones para cuatro personas. Todos los puestos de trabajo usuales en oficinas son posibles, gran flexibilidad de uso sin necesidad de mover tabiques.

Divisiones interiores

En los encuentros de las divisorias ligeras se debe prestar especial atención al aislamiento acústico. Si se prevén divisorias de vidrio, se debe fijar el grado deseado de aislamiento acústico con el usuario.

Fachada

Los montantes de fachada situados sobre los ejes de la retícula deben ser lo suficientemente anchos como para conectar las divisorias. Es preferible utilizar perfilería con rotura de puente acústico en sentido longitudinal. Debe tenerse cuidado con el sentido de la apertura de las hojas de ventana.

Techos y suelos

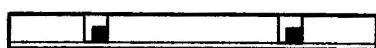
Los favorables desde el punto de vista del aislamiento acústico → ❺ D tienen canales para cables integrados en el pavimento, reduciendo así la transmisión de ruido aéreo.

En suelos técnicos y falsos techos deben disponerse en todos los ejes particiones verticales en prolongación de los posibles tabiques o se construyen con aislamiento acústico integrado → ❺ B+C.

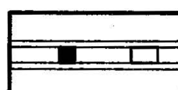
ACCESOS Y EVACUACIÓN



1 Zona de oficinas de muy gran fondo



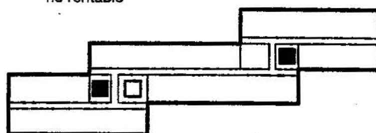
2 Distribución normalmente no rentable



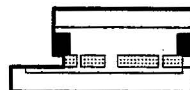
3 Distribución tripartita con núcleos de comunicación vertical en la zona oscura



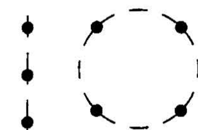
4 Distribución con pasillo central, solución estándar para oficinas celulares



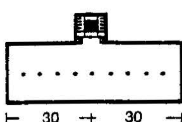
5 Distribución bipartita desplazada, zona de solape



6 Distribución tripartita, huecos en los núcleos de comunicación vertical para iluminación natural



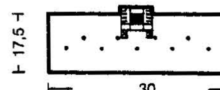
7 Forma del edificio y posición de los núcleos de comunicación vertical [03]



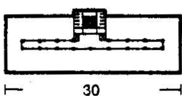
8



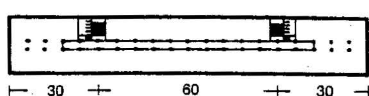
9



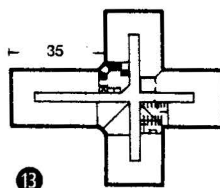
10



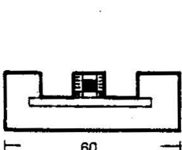
11

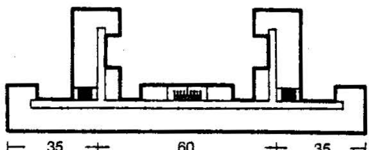


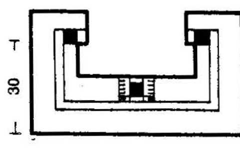
12



13



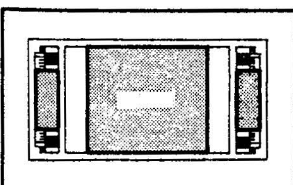




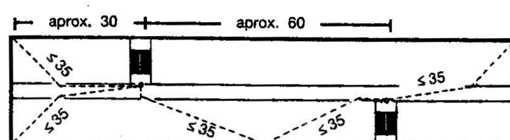
14

15

16



17 Edificio con patio de luces



18 Según la ordenanza alemana de 2002, la distancia a una escalera desde cualquier punto de la planta debe ser de 35 m. Por ello se calcula oportunamente la distancia de las cajas de escaleras respecto a la fachada (30 m) y la distancia entre cajas de escaleras (60 m) → 1 – 18. Observar las normativas locales

Conceptos de edificios

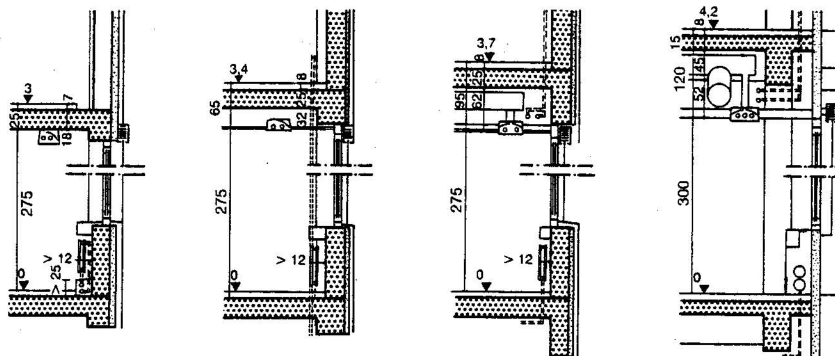
Las distribuciones unipartitas son poco rentables (¿luz natural?) y solo son válidas para oficinas muy profundas → 1 – 2. Las distribuciones bipartitas son las más frecuentes en los edificios de oficinas, pues permiten segregar pequeños despachos con luz natural → 4. Los núcleos de comunicación vertical se sitúan en zonas con buena iluminación natural. La forma híbrida de la distribución tripartita resulta del desplazamiento de los lados de la distribución con pasillo central en la zona del núcleo de comunicación e instalación → 5. Las **distribuciones tripartitas** son las más frecuentes en rascacielos de oficinas → 3 + 6. Las grandes zonas de núcleos de comunicación e instalación situadas en el centro del edificio solo son razonables en edificios altos (gran proporción de superficie de circulaciones). La luz diurna puede aprovecharse hasta un fondo de la estancia de unos 7 m. Las recientes técnicas de iluminación natural mediante sistemas de reflexión y conducción de luz natural (prismas, reflectores → pág. 508), permiten un aprovechamiento de la luz natural aun más eficiente. La zona central de una distribución tripartita puede contar con huecos para iluminar → 6.

Orientación del edificio

Según Rosenauer, el 90 % de los edificios de oficinas construidos en Estados Unidos tienen el eje principal en dirección E/O, ya que el sol bajo del amanecer y del atardecer es el más molesto. Del sol de sur es fácil protegerse mediante voladizos. Según Joedicke, es preferible el eje principal en dirección N/S para garantizar el asoleo de todos los espacios. Salas a norte solo defendibles en edificios sin pasillo.

Sistemas de acceso

Los núcleos fijos con instalaciones sanitarias, escaleras, ascensores, etc., se sitúan a las distancias máximas previstas por normativa → 8 – 12. Su ubicación define la organización urbanística del edificio → 7 – 16.



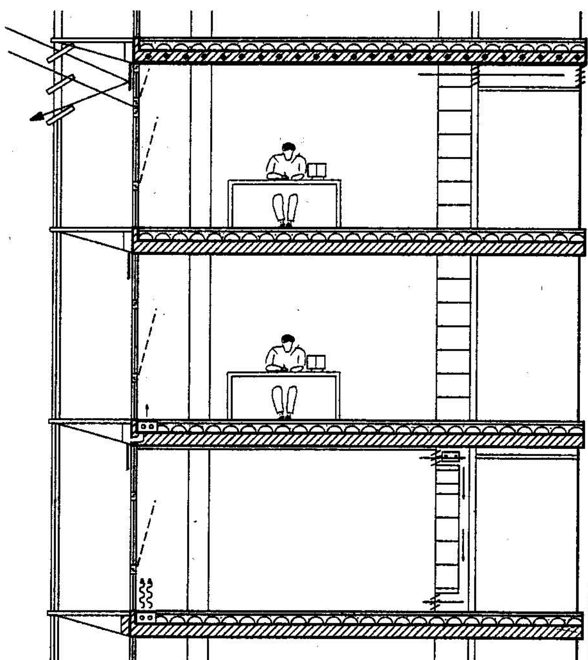
Altura entre plantas 3-3,1 m
Edificio con pocas instalaciones. Sin falso techo suspendido. Tubos de calefacción en paredes exteriores. Suministro eléctrico por debajo de la ventana o conductos en el suelo. Luminarias cenitales alimentadas a través de tubos vistos o desde los tabiques de separación. Zona de pasillos acondicionada para el paso de instalaciones.

Altura entre plantas 3,4 m
Edificio con un grado medio de instalaciones, sin aire acondicionado. Debajo del forjado (h = 22 cm) conducciones para la calefacción, electricidad y agua. Zona de pasillos acondicionada para el paso de instalaciones.

Altura entre plantas 3,7 m
Edificio con salas de oficinas equipadas con aire acondicionado. Para estas salas se recomienda un cuarto de instalaciones de al menos 50 cm. Conducción longitudinal por los pasillos.

Altura entre plantas 4,2 m
Gran sala de oficinas, altura libre según ASTV: 3 m. Debido al cruce de conductos de climatización, altura entre plantas de aprox. 4,2 m. Todos los elementos dependientes de la altura influyen en el coste de la edificación por superficie útil de oficinas.

❶ Alturas entre plantas según el grado de instalaciones (en zonas debajo del techo o por encima del forjado)



Techo sin revestimiento que sirve de amortiguador térmico; ventilación cruzada mediante ventanas oscilantes y patinejos de ventilación sobre la zona de pasillos, que permite el enfriamiento de la masa inerte que actúa como acumulador térmico. Si se regula la temperatura de los elementos constructivos mediante tubos empotrados de calefacción o refrigeración, se habla de elementos radiantes o refrigeradores. El sistema es eficiente energéticamente, pero reacciona con lentitud y no puede regularse individualmente.

El techo sin revestimiento sirve de amortiguador térmico; un convector en el subsuelo con entrada de aire desde el exterior se utiliza para calefactar o refrigerar (en este caso, se requiere un ventilador). El sistema solo puede controlarse individualmente en parte, pues el medio de calefacción o refrigeración circula por el mismo sistema de conductos.

El techo sin revestimiento sirve de amortiguador térmico; un convector en el subsuelo sirve para calefactar. Los convectores de refrigeración enfrían el aire caliente debajo del techo y lo devuelven al recinto a la altura del suelo (sin necesidad de ventiladores). El sistema puede regularse bien individualmente, pero requiere un doble circuito de tuberías.

❷ Alternativas para la climatización de oficinas, rebaje de altura entre plantas mediante reducción de las secciones de los conductos de las instalaciones (agua en lugar de aire)

Construcción del pavimento	Altura del pavimento sobre cota superior forjado (en mm)	Forma de la canal
Recrecido	30	Canal protectora encastrada en el suelo con tapa y torreta de acometida
	55	Canal protectora empotrada y recubierta con pavimento de cemento y con torreta de acometida
	70	Canal protectora empotrada con tapa y caja de distribución empotrada
		Canal protectora empotrada y recubierta con pavimento de cemento y caja de distribución empotrada
	70	Suelo técnico elevado con distribución bajo falso suelo
	70-1.000	Suelo hueco con distribución bajo falso suelo

❸ Instalaciones en el suelo con relación a la construcción del pavimento

Aire fresco m³ por h y persona	Según regla de ventilación de la Asociación de Ingenieros Alemanes	Según directriz estadounidense ASRE
10	No fumador, con calefacción por aire para temperatura exterior inferior a 0 °C	
10-27		Oficina
20-30	No fumador	
26-34		
30-40	Fumador	
34-51		
51-68		Fumador
		Directores
		Sala

❹ Caudal de ventilación necesario para oficinas

Climatización

2/5 partes de los gastos operativos de un edificio administrativo son costes de consumo de energía.
La demanda energética para la refrigeración estival es considerablemente mayor que la necesidad de calefacción en invierno.
La temperatura ambiente debe ser 19 °C de mínima y 26 °C de máxima (según normativa alemana). La construcción y orientación del edificio determinan la demanda energética para climatización e iluminación. Los elementos constructivos que puedan servir de acumuladores térmicos, dobles fachadas y equipos de conducción y reflexión de luz natural reducen la demanda energética.

Espacios completamente climatizados
El volumen construido y los costes totales de construcción en los edificios climatizados se incrementan respecto a los edificios no climatizados en 1,3 o 1,5 veces → ❶.

Climatización suave → ❷ - ❸
Los sistemas de climatización a través de esteras con tubos capilares funcionan con agua, aplicando el concepto de "climatización parcial del edificio". El aporte de aire satisface el cambio de aire mínimo.
"Climatización suave" mediante techos radiantes y ventilación por extracción sin turbulencias (ventilación en cascada), para que fluya el aire fresco en el suelo (emisores en la zona del zócalo del pavimento y el mobiliario), barra térmica en el techo y diferencia de temperatura.
El rendimiento de radiación térmica de la pared puede ser suficiente, incluida la aportación de aire para la calefacción (ganancia de superficie útil mediante escasa construcción).
Los costes de las instalaciones de climatización con acondicionamiento parcial del edificio no son más elevados que los de las instalaciones convencionales de climatización. Características: sin corrientes, sin ruidos, reducción de los costes de inversión y funcionamiento (a igual rendimiento se necesitan mil veces menos agua que aire, circuito cerrado, recuperación de parte de la energía térmica), reducción del flujo necesario de suministro (agua en vez de aire) y tamaño de la central energética.

Elemento constructivo	Vida útil
Estructura	50 años
Envolvente	20 años
Instalaciones	7-15 años
Interiores	5-7 años
Aparatos técnicos, mobiliario y tecnología de telecomunicación	duradero

❺ Vida útil de elementos del edificio

éase también
Iluminación
pág. 497 y ss.

CONSTRUCCIÓN

Estructura: influencia de la construcción en la distribución de las superficies para oficinas → ❶ – ❹. Propuestas constructivas para secciones de edificios administrativos con pasillo central y consiguientes hipótesis de cargas: 5 kN/m² usuales, suplemento 2 kN/m² para pavimento continuo (8 cm para canales empotradas en el suelo y conexiones a instalaciones).

– Altura libre 2,75 m según normativa alemana (permite instalación posterior de suelos técnicos elevados o techos suspendidos). En caso de actividades predominantemente sentadas, puede reducirse 25 cm la altura del espacio, aunque la altura libre mínima debe ser 2,5 m; pasillos y servicios pueden medir 2,3 m (uso para canalizaciones de instalaciones). Según Kahl, la rentabilidad de una estructura portante no depende tanto de la optimización de sus componentes individuales (p. ej., prefabricado), como de su integración en un edificio adecuado a sus funciones. Distinción entre sistemas de envigado longitudinales y transversales → ❶ – ❹. Marco de decisión constructivo demostrado en el ejemplo de un forjado de hormigón armado con 6,5 m de luz. Criterios: costes casi idénticos, mayor peso influye sobre costes para la transmisión de cargas y la cimentación. A mayor canto del forjado, mayor rigidez, lo que tiene ventajas en el caso de solicitaciones diversas (huecos de paso para instalaciones, brochales, cargas puntuales, luces diferentes, diferente construcción del pavimento). Forjado nervado: solo rentable a partir de luces mayores (menos peso propio, mayor coste de encofrado). No es posible pasar de instalaciones por los nervios debido al espacio angosto. Las vigas maestras quedan enrasadas con los nervios. Vigas T (losas doble T). Estáticamente favorable en grandes luces. La instalación se puede ubicar en paralelo a la viga, los cruces se deben situar en la zona del pasillo → ❶ – ❹. El plano de la envolvente puede situarse detrás, en medio o delante del plano de estructura. Máxima variabilidad con separación de estructura y envolvente. Posición de pilares, canto delantero de fachada y canto posterior de fachada influyen en la modulación de los elementos de fachada y del orden de las divisiones (retícula, resolución de esquinas).

Pilares situados en el interior → pág. 252 ❹ A–D. Económicos en forjados volados con longitudes de alero de c = 1/5 L-1/3 L de luz entre apoyos. Arriostramiento por medio de paredes diafragma, pórticos de la altura del piso y mediante la inclusión de los núcleos macizos de comunicación verticales, al igual que las zonas de servicios fijas en los extremos. Acabados: particiones macizas pueden sustituir a pilares y vigas maestras, pueden incluirse constructivamente en forma de diafragmas de arriostramiento → ❺ – ❼. No reversible, los huecos deben definirse con antelación. La utilización de particiones ligeras no solo tiene la ventaja de que pueden moverse, sino que también se puede decidir la compartimentación más tarde, incluso durante la ejecución de la obra.



Viguetas en dirección transversal al edificio.
- Flexibilidad y reversibilidad ilimitadas.
- En el pasillo se necesita la suficiente anchura de paso libre entre los pilares y la pared opuesta.
- Muy apropiado, sin techos suspendidos o por encima de plazas de aparcamiento cubiertas con calle de acceso en el sentido longitudinal del edificio.

❶ Sistema estructural: dos crujías asimétricas



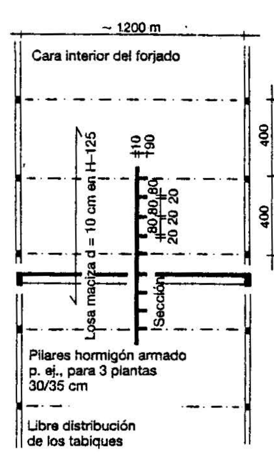
Viguetas en sentido longitudinal del edificio, vigas en sentido transversal y apoyadas sobre pilares centrales.
- Flexibilidad y reversibilidad ilimitadas.
- Debido al escaso grosor del forjado, es necesario un aislamiento acústico adicional (falso techo suspendido, pavimento flotante).
- Muy apropiado para cubrir plazas de aparcamiento con calle de acceso en sentido longitudinal del edificio.

❷ Sistema estructural: múltiples crujías



Vigas sin pilares intermedios desde una fachada a la otra..
- Flexibilidad y reversibilidad limitadas
- Se debe colocar un falso techo suspendido
- Conducción de las instalaciones entre los nervios en sentido transversal al edificio.
- El conjunto de la construcción es poco rentable, gran canto de las vigas inferiores (incluso si son de acero), gran volumen edificado. Canto reducido de las jácenas de 60 cm. Estructura sensible a las vibraciones, sometida a una elevada flexión.

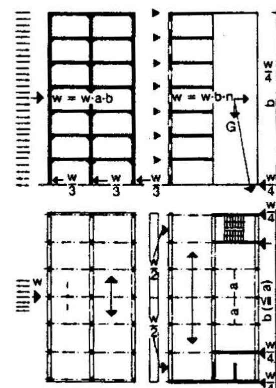
❸ Sistema estructural: 3 crujías



Viguetas en sentido transversal del edificio. Vigas en sentido longitudinal con dos pilares intermedios a ambos lados del pasillo. Las paredes del pasillo también pueden ser portantes y contribuir a arriostrar el edificio, en este caso se restringe la flexibilidad en cuanto a profundidad de las oficinas.

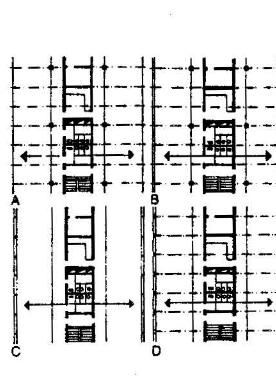
- Grosor mínimo del forjado 20 cm (aislamiento frente a ruidos de impacto) cuando se prescinde de un pavimento flotante o un falso techo suspendido.
- No apropiado para aparcamiento.
- Es más económico que las paredes del pasillo sean portantes.
- La estructura es tanto más rentable cuanto mayor sea la profundidad del edificio y mayor distancia entre pilares en sentido longitudinal del mismo.

❹ Sistema estructural: losa nervada



❺ Rigidización mediante pórticos, transmisión carga viento a cimientos

❻ Rigidización mediante muros

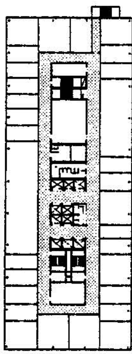


❼ 4 posibilidades de transmitir las cargas del forjado a los pilares y al núcleo de comunicación vertical en edificios tripartitos

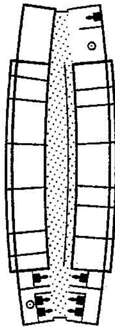
Administración Oficinas

EDIFICIOS DE OFICINAS

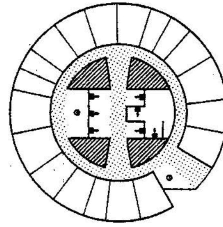
Organización
Tendencias
Tipología hasta 1980
desde 1980
Superficies necesarias
Lugares de trabajo con pantallas
Archivos
Superficies auxiliares
Tipologías de locales
Retículas
Accesos y evacuación
Instalaciones
Construcción



❶ Superficies de circulación y espacios de servicio en el interior solo con iluminación artificial y ventilación forzada
Arq.: Rosskotten



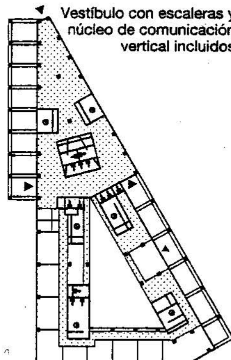
❷ Distribución con pasillo central y acceso en la fachada exterior



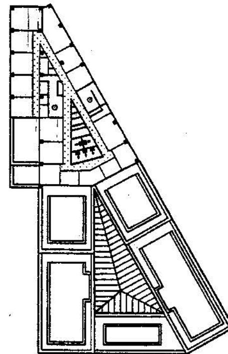
❸ Planta circular con núcleo de arriostramiento en caja de escaleras protegida en la zona exterior



Plano de emplazamiento



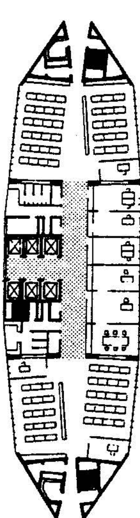
Planta de acceso



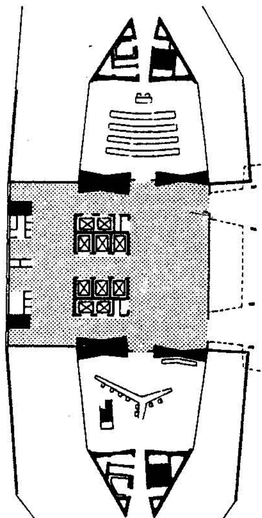
Plantas superiores

❹ Torre desarrollada a partir de la forma en planta de la manzana
Edificio Daimler Chrysler, Berlín
Arq.: Hans Kollhoff

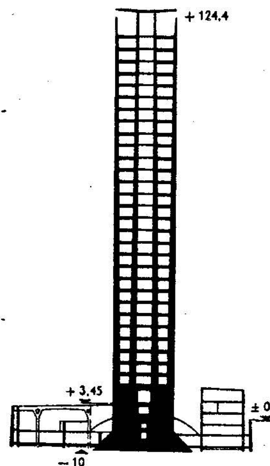
Leyenda
Núcleos de servicio
Superficies de circulación, vestíbulo
Ascensor
Escalera principal
Escalera secundaria



Planta tipo



Planta de acceso



Sección

❺ La estructura portante forma torres, entre las cuales se encuentran forjados pretensados con una luz ≤ 24 m y solo 0,75 m de canto
Arqs.: Gio Ponti, Pier Luigi Nervi

Definición de torre

Una torre es un edificio con espacios destinados a la estancia permanente de personas y en el cual los forjados de la planta superior están situados a más de 22 m de altura sobre la rasante.

Tipología

Fundamentalmente se pueden distinguir dos tipos de torres:

1. El volumen que se desarrolla en vertical debido a razones económicas, y en el que la forma se determina partiendo de la malla urbana y las normativas. Sobre todo en ciudades muy densificadas, como Nueva York → ❹.
2. El edificio alto en forma de torre aislada en la que, además de la densificación, tanto el promotor como la ciudad se decantan por una imagen potente y un efecto emblemático → ❺.

Uso

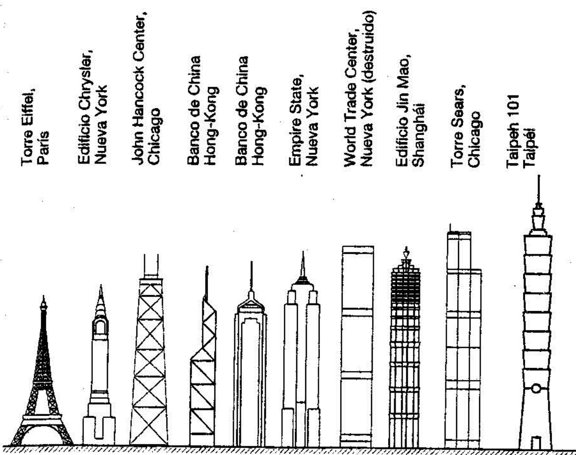
Como símbolos de la extrema densificación urbana, las torres puede considerarse ciudades dentro de la ciudad. Los usos que albergan son, por tanto, variados: espacios públicos (plaza, vestíbulo) en las plantas inferiores; por encima, uso administrativo, hoteles y apartamentos. Puesto que en Europa las torres se construyen sobre todo para edificios representativos, los clientes son básicamente empresas, para ubicar sus sedes y otros usos adicionales, como hotel o apartamentos.

Situación

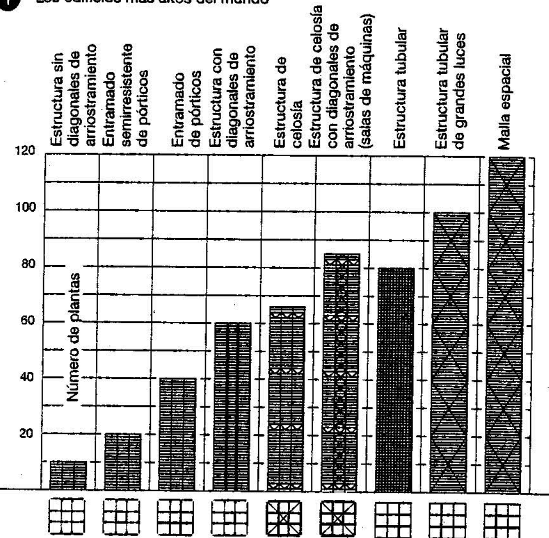
En Europa, la construcción de torres y rascacielos se determina sobre todo por decisiones políticas. Debido a su efecto determinante sobre la imagen de la ciudad, la forma y la ubicación de la torre se discuten en comisiones municipales. La inclusión de una torre en la malla urbana presenta muchas exigencias urbanísticas. Debe tenerse en cuenta la conservación de los viales, su ampliación, la comunicación con medios públicos de transporte, la circulación peatonal, los intereses de edificios circundantes en cuanto al asoleo y la alteración del microclima urbano.

Licencia

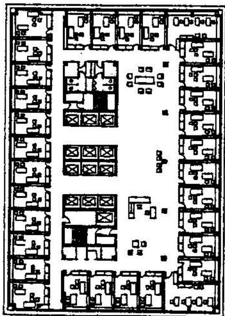
Además de los órganos competentes usuales, la obtención de la licencia para construir una torre requiere la intervención de diversas administraciones y organismos. Por ejemplo, deben considerarse los intereses y las autorizaciones del control aéreo (reflexiones de radar → pág. 124), las autoridades de radiotelevisión, direcciones de policía y protección fluvial.



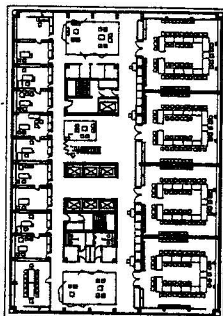
❶ Los edificios más altos del mundo



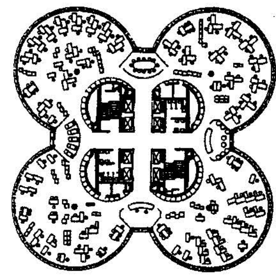
❷ Rentabilidad de los diferentes sistemas estructurales



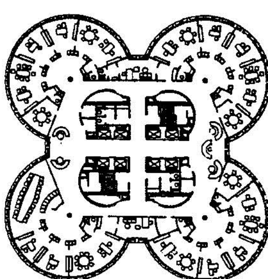
❸ Parlamento Alemán, Bonn, 1969
Arqs.: Egon Eiermann con BBD



❹ Los núcleos de comunicaciones y servicios descentrados facilitan distribuciones variadas



❺ Sede central BMW, Múnich, 1972
Arq.: Karl Schwanzer
Planta tipo de grandes salas



❻ Planta despachos individuales

TORRES, RASCACIELOS

CONSTRUCCIÓN

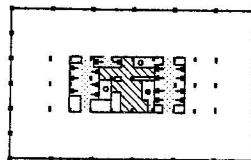
Estructura de acero u hormigón armado como solución estándar. Las luces dependen del material y de los sistemas constructivos: losa maciza de hormigón armado 2,5-5,5 m; forjado nervado 5-7,5 m, máximo 12,5 m entre vigas maestras; con hormigón armado pretensado luces de 25 m con un canto de tan solo 0,75 m → pág. 256 ❺. En pilares situados detrás del plano del cerramiento exterior de muro cortina, cabe observar protección contra incendios → pág. 258 ❼). Son frecuentes las construcciones mixtas de acero y forjados hormigón. En regiones con riesgo sísmico hay que evitar la aceleración continua y creciente por frecuencias de resonancia del edificio.

La imagen de los rascacielos depende sobre todo del sistema estructural adoptado y de los elementos de comunicación vertical. La relación entre superficie útil y costes de construcción se vuelve cada vez más desfavorable a medida que aumenta la altura del edificio. Las superficies destinadas a comunicación vertical y elementos estructurales ocupan una proporción cada vez mayor. La subdivisión de los rascacielos en sectores, cada uno de ellos llamado *sky lobby*, en el que se efectúa el transbordo desde los ascensores de gran velocidad a los ascensores locales, reduce el tiempo de viaje y la superficie destinada a ascensores → pág. 258 ❻.

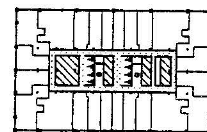
La rentabilidad depende del factor de balanceo, la relación entre la máxima deformación admitida en el punto más alto respecto a la altura total del edificio (máx.: 1:600).

Para las dimensiones de los edificios de gran altura son determinantes las acciones horizontales (viento) y no las cargas verticales. Las deformaciones horizontales se deben en un 90 % al desplazamiento del pórtico y en un 10 % a la inclinación del propio edificio. Los entramados estructurales sin arriostramiento especial para el viento no son rentables a partir de la décima planta. Los sistemas convencionales de pórticos alcanzan dimensiones no rentables a partir de la planta 20. Los entramados estructurales de hormigón armado sin muros de arriostramiento tienen sentido en edificios de diez plantas, y con muros de arriostramiento en edificios de 20 a 30 plantas; para alturas mayores se emplearán estructuras tubulares. La rentabilidad de un edificio depende de los materiales, el sistema estructural y la corrección de las técnicas de construcción empleadas → ❷.

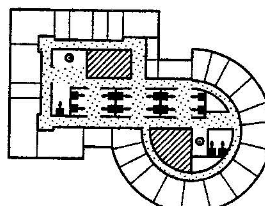
Ejemplo: John Hancock Centre, Chicago, 1965, de Skidmore, Owings y Merrill (SOM). Sistema estructural visible en el exterior como motivo formal. Principio tubular que reduce considerablemente la cantidad de acero necesaria. Rentabilidad de funcionamiento a través de una estratificación funcional: plantas 1-5: comercios; 6-12: aparcamientos; 13-41: oficinas de uso flexible; 42-45: instalaciones y *sky lobby*; 46-93. viviendas; 94-96: visitantes y restaurantes; plantas 97 y 98: antenas, repetidores y emisoras de televisión → ❼ – ❽.



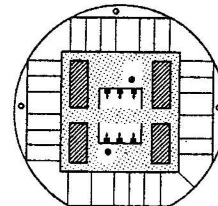
❼ John Hancock Center, Chicago plantas 13-14, oficinas de uso flexible



❽ John Hancock Center, Chicago plantas 46-93, viviendas
Arqs.: Skidmore, Owings & Merrill (SOM)



❾ Forma básica aditiva

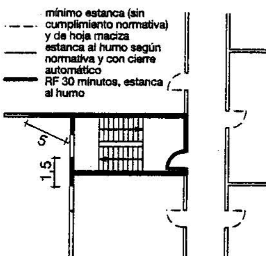


❿ Forma básica compacta

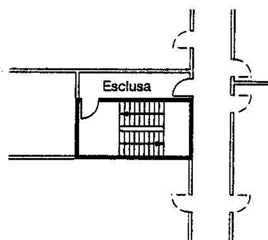
véase también:
Protección
contra incendios,
pág. 520 y ss.
Ascensores,
pág. 140 y ss.

Categoría de torre	Altura de evacuación sobre espacio de maniobra para bomberos	Exigencias especiales
I	22 - 30 m	Normativa sobre la edificación de torres y rascacielos es vigente
II	30 - 60 m	Mín. un ascensor de emergencia para uso de bomberos
III	60-200 m	Elementos estructurales tienen que ejecutarse con resistencias al fuego de 120 min; pueden exigirse varios ascensores de emergencia para uso bomberos
IV	más de 200 m	Las autoridades competentes pueden exigir condiciones más estrictas

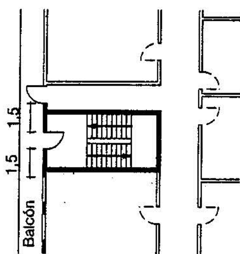
❶ Exigencias para la licencia según categorías de torre y rascacielos (según normativa alemana)



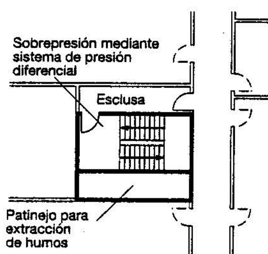
❷ **Caja de escalera protegida** en la pared exterior con distancias mínimas a los huecos



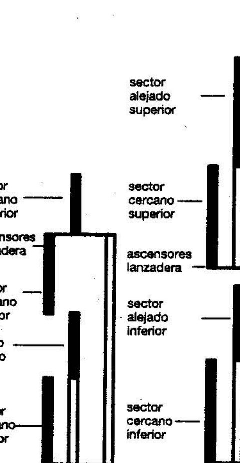
❸ **Caja de escalera protegida** en el interior con instalación de ventilación forzada

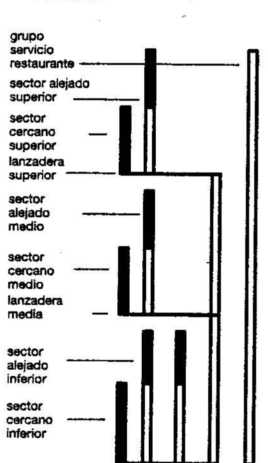


❹ **Caja de escalera protegida** en el exterior

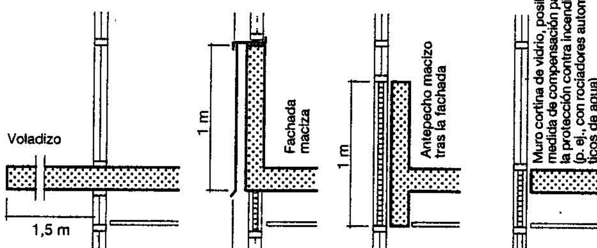


❺ **Caja de escalera especialmente protegida** con sistema de presión diferencial





❻ Varios grupos de ascensores en el mismo hueco, disposición de ascensores lanzadera (*sky-lobby*)



❼ Exigencias a la zona del antepecho en torres y rascacielos para evitar la propagación vertical del fuego y de una planta a la otra

TORRES, RASCACIELOS

EXIGENCIAS

Las exigencias de la normativa alemana sobre torres y rascacielos se deducen sobre todo de las exigencias para la protección contra incendios. Se enumeran aquí aquellas exigencias relevantes para la organización espacial de un proyecto. Las exigencias exactas para cada elemento constructivo correspondiente deben deducirse de las normativas locales vigentes en materia de torres y rascacielos, que deben ser consultadas con anticipación.

Recorridos de evacuación

Los recorridos de evacuación (mín. 1,25 m de anchura) deben conducir en dos direcciones a sendas escaleras. La distancia máxima de recorrido no debe exceder los 25 m desde cualquier punto de una estancia a cada caja de escaleras. Corredores con posibilidad de evacuación en dos sentidos pueden tener una longitud máxima de 40 m. Cada 20 m tiene que preverse una puerta estanca al humo y de cierre automático. Pasillos ciegos con un solo sentido de evacuación, máx. 10 m. Si existe un segundo recorrido de evacuación, 20 m (p. ej., balcón de evacuación).

Cajas de escalera

En torres y rascacielos de hasta 60 m de altura tiene que haber al menos dos escaleras protegidas situadas en dos sectores de humo separados y opuestos. Su anchura libre debe ser como mínimo de 1,25 m. El hueco de la escalera debería medir como mínimo 15 cm de ancho, para no tener que colocar las mangueras a través de las escaleras. En su punto superior, deben preverse huecos para la extracción de humos (5 % de la superficie en planta, 1 m² como mínimo). La salida debe efectuarse directamente al exterior o a través de un vestíbulo protegido sin cargas de fuego. En casos excepcionales puede autorizarse en torres de hasta 60 m de altura una sola caja de escaleras, si constituye una escalera especialmente protegida. Exigencias a la ubicación de las escaleras → ❷ - ❺.

Ascensores

Hasta aprox. 25 plantas se dispone usualmente solo un grupo de ascensores. Todos los ascensores acceden a todas las plantas. Si se requieren más de seis ascensores, deberían dividirse en dos grupos.

En edificios de grandes alturas, los ascensores se agrupan; un grupo de ellos accede preferentemente a un número determinado de pisos. Este sistema deja de ser rentable en el caso de más de tres grupos, debido al gran número de ascensores en las zonas inferiores. En rascacielos de más de 200 m aprox. se llega a vestíbulos denominados *sky-lobby* en un grupo de ascensores lanzadera (en la mayoría de los casos 2-3), desde los cuales se efectúa la distribución posterior. En este caso pueden encargarse de la distribución detallada varios ascensores que comparten un hueco → ❻.

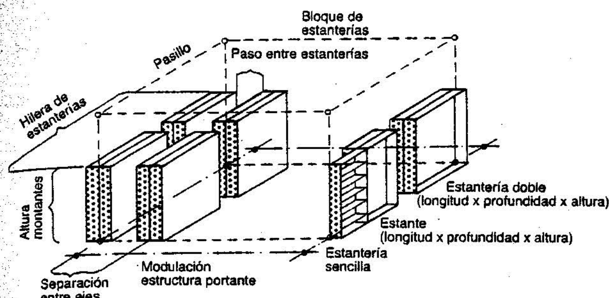
Ascensor de emergencia para uso bomberos

En torres de más de 30 m de altura tiene que existir como mínimo un ascensor de emergencia con caja propia para uso exclusivo de bomberos, desde el cual debe alcanzarse cualquier punto de las estancias en un radio de 50 m. Tiene que disponer de un vestíbulo con boca de incendio y superficie suficiente para maniobrar e introducir camillas en el ascensor. Los accesos deben presentar una resistencia mínima al fuego de RF30.

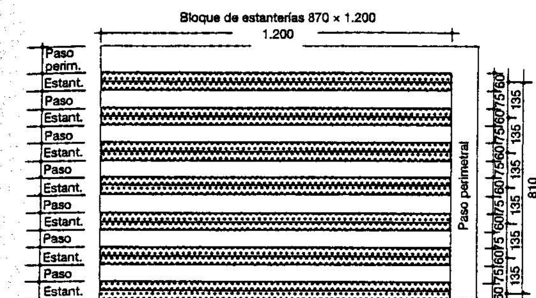
Fachada

Para evitar la propagación vertical del fuego de una planta a la siguiente, deben existir antepechos ignífugos RF90 de una altura mínima de un metro. Como alternativa puede disponerse un elemento horizontal saliente de 1,5 m de vuelo como mínimo y RF90. Las fachadas completamente acristaladas (también fachadas dobles) solo se autorizan mediante licencias excepcionales si se adoptan medidas especiales de protección contra incendios (sistemas de rociadores automáticos de agua en toda su superficie, o de extinción por agua pulverizada) que evitan la propagación del incendio a la planta superior → ❼.

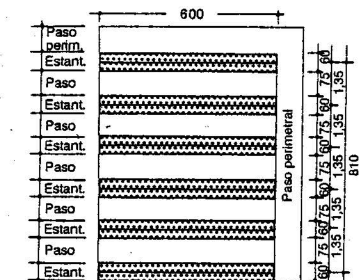
Las superficies de las ventanas que no sean accesibles para su limpieza desde el interior del edificio, dispondrán de dispositivos apropiados en el exterior y personal especializado → pág. 113.



❶ Esquema para explicar los conceptos utilizados en el cálculo de la superficie necesaria para almacenar los fondos de una biblioteca



❷ Superficie para estanterías no accesibles a los usuarios



Zona	Sep. entre ejes en m
Almacén	1,35 (1,2) 1,44
Consulta libre	1,4 1,7
Información y lectura	1,6 2

❸ Superficie para estanterías de consulta libre, bloque de estanterías 8,7 × 6

Zona de la biblioteca/tipo de forjado	Depósito y depósito de acceso libre	Instalaciones compactas	Sala de lectura y zona libre acceso	Administración
sobre forjados con distribución transversal	7,5	12,5	5	5
sobre forjados sin distribución transversal	8,5	15	5	5

❹ Hipótesis de carga para forjados en kN/m²

	Retícula estructural							
	3,6	4,2	4,8	5,4	6	6,6	7,2	8,4
Zonas de almacén (A)		1,05		1,08		1,1		1,05
Zona de almacén consulta libre (B)	1,2	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2	1,12/1,2 1,29
Zona consulta libre (C)	1,44	1,4	1,37 1,6	1,35 1,54	1,33 1,5	1,32 1,47	1,31 1,44 1,6	1,4 1,53
		1,68				1,65		1,68
Sala de lectura (L)	1,8		1,92	1,8	1,71 2		1,8	
Puestos de trabajo	2,4	2,1 2,1	2,4	2,1	2,4	2,2	2,07 2,4	2,1 2,1
Puestos de trabajo en grupo	3,6	4,2	4,8	3,6	4	4,4	3,6	4,2

❺ Idoneidad de las retículas estructurales más frecuentes para las funciones más importantes de la biblioteca

Tipos de bibliotecas

Bibliotecas públicas (BP) → pág. 262: amplia oferta bibliográfica y medios audiovisuales de información dispuestos, en la medida de lo posible, al alcance de los usuarios. Abastecimiento de fondos para un público que abarca todas las edades y capas sociales. En las grandes ciudades, las funciones de las bibliotecas científicas y públicas pueden entremezclarse.

Bibliotecas científicas (BC) → pág. 263: recopilación, habilitación y préstamo de documentos relativos a aspectos técnicos concretos; por lo general, son accesibles a todos los públicos.

Bibliotecas regionales (BR): bibliotecas de ámbito supraprovincial y estatal: p. ej., recopilación de obras creadas en una región o provincia (ejemplares gratuitos); de acceso público.

Bibliotecas especiales (BE): bibliotecas científicas que recopilan bibliografía y medios audiovisuales relativos a algún campo específico. Con frecuencia la entrada es restringida.

Partes de una biblioteca

En toda biblioteca existen tres partes: zona de uso público y lectura, almacenes y administración. Las necesidades de superficie para cada una de estas partes determinan el tipo de biblioteca.

Zona de uso público y lectura: si las posibilidades de orientación son buenas (sistema de señalización con rótulos de fácil lectura para recorridos, localización de los diferentes servicios y estanterías) la zona de consulta con sus correspondientes puestos de lectura deberá extenderse por el menor número de plantas posible (también debido al transporte de libros); evitar plantas en niveles intermedios. Siempre que sea posible, comunicar los espacios a través de escaleras. Es necesario acceder a todas las superficies de la zona de uso público y de lectura con ascensor (transporte de libros, discapacitados). Resistencia a cargas de los forjados en estos ámbitos ≥ 5 kN/m². Recorridos > 1,2 m; anchura máxima libre entre estanterías fijas en las áreas de acceso público 1,3-1,4 m. Vestíbulo y sala de lectura separados por un control de detección de libros. Procurar que exista solo una entrada y salida. Para lograr una mayor funcionalidad, el control deberá situarse en las proximidades del servicio de préstamos/información central.

Fuera del ámbito controlado: ropero o consignas individuales para guardar carpetas y abrigos, aseos, cafetería, zona para lectura de periódicos, salas de conferencias (con posibilidad de uso cuando la biblioteca esté cerrada), información general, fichero catalogado, fichero en una terminal *on-line*, devolución de libros y recogida de los libros reservados.

Dentro del ámbito controlado: información de la sala de lectura, bibliografías, fichero en una terminal *on-line*, entrega y devolución de libros que tan solo pueden consultarse en la sala de lectura, registro de préstamos de los libros de texto, copistería (en salas separadas), libros de consulta libre, mesas de trabajo para los usuarios y, dado el caso, acceso a los depósitos de libros de consulta libre.

En las bibliotecas universitarias el número de puestos de lectura depende del número de estudiantes matriculados y la disposición de cada disciplina. Mesas adecuadas para personas con discapacidad (usuarios en sillas de ruedas, invidentes) y actividades especiales (lectura y ampliación de microinformación, ordenadores, terminales, CD-ROM y demás: ¡considerar las directrices para puestos de trabajo con ordenador!) así como lugares de trabajo aislados (cabinas, sistema Carrel y estancias individuales). Colocación de los puestos de lectura en lugares provistos de buena iluminación natural. Superficie necesaria para cada puesto de lectura/trabajo, 2,5 m²; por ordenador o mesa independiente ≥ 4 m². Pasillos > 1,2 m; anchura máxima libre entre estanterías fijas en las áreas de acceso público 1,3-1,4 m.

Administración Oficinas

BIBLIOTECAS

Generalidades
Mobiliario
Mostrador de préstamo, bibliotecas públicas
Bibliotecas científicas
Archivo

Zona	Sep. entre ejes estanterías dobles (m)	Volúmenes por 1 m de estante	N° estantes superpuestos	Vols. por 1 m de estantería doble	Sup. neces. para 1.000 vols. (m²)	Vols. por 1 m²
Almacén no accesible para los usuarios (supelmento 20 %)	1,2	30	6	360	3,99	250,6
		30	6,5	390	3,68	271,7
		25	6,5	325	4,43	225,7
		30	7	420	3,42	292,3
		25	6	300	4,8	208,3
	1,25	30	6	360	4,16	240,3
		30	6,5	390	3,84	260,4
		25	6,5	325	4,61	216,9
		30	7	420	3,56	280,8
		25	6	300	4,99	200,4
	1,3	30	6	360	4,33	230,9
		30	6,5	390	3,99	250,6
		25	6,5	325	4,8	208,3
		30	7	420	3,7	270,2
		25	6	300	5,19	192,6
	1,35	30	6	360	4,5	222,2
		30	6,5	390	4,15	240,9
		25	6,5	325	4,98	200,8
		30	7	420	3,85	259,7
		25	6	300	5,4	185,1
Zona consulta libre (suplemento 25%)°	1,4	30	6	360	4,85	206,1
		30	6,5	390	4,47	223,7
		25	6,5	325	5,17	193,4
		30	7	420	4,16	240,3
		25	6	300	5,82	171,8
		20	5,5	220	7,63	131
	1,44	25	6	300	6	166,6
		25	5,5	275	6,53	153,1
		20	6	240	7,5	133,3
		20	5,5	220	8,17	122,3
	1,5	25	6	300	6,25	160
		25	5,5	275	6,81	146,8
		20	6	240	7,81	128
		20	5,5	220	8,51	117,5
Zona sala lectura (suplemento 25 %)	1,68	25	6	300	7	142,8
		25	5,5	275	7,62	131,2
		20	6	240	8,75	114,2
		20	5,5	220	9,53	104,9
	1,8	20	5,5	220	10,22	97,8
		20	5	200	11,25	88,8
	1,87	20	5,5	220	10,62	94,1
		20	5	200	11,68	85,6
	2,1	20	5,5	220	11,92	83,8
		20	5	200	13,12	76,2
		20	4	160	16,4	60,9

Fuente: Schweigler

❶ Cálculo de las superficies

Módulo estructural	7,2 m x 7,2 m	7,5 m x 7,5 m	7,8 m x 7,8 m	8,4 m x 8,4 m
n × separación entre ejes (en m)	6 × 1,2 5 × 1,44 4 × 1,8	6 × 1,25 5 × 1,5 4 × 1,87	6 × 1,3 5 × 1,56 4 × 1,95	6 × 1,2 5 × 1,4 4 × 1,68

❷ Ejemplo de separaciones entre estanterías en función del módulo estructural

Zona	N° de libros por estante
Almacén	25-30
Zona consulta libre	20-25
Zona información y sala de lectura	20

❸ Número de libros por estante

Número de estantes	Separación entre ejes estanterías (m)							
	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
4	3,83	3,72	3,62	3,54	3,46	3,39	3,33	3,27
5	4,38	4,24	4,11	4	3,9	3,81	3,73	3,65
6	4,93	4,75	4,6	4,46	4,34	4,23	4,13	4,03
7	5,48	5,27	5,09	4,93	4,78	4,65	4,53	4,42
8	6,03	5,79	5,58	5,39	5,22	5,07	4,93	4,8
9	6,58	6,31	6,07	5,85	5,66	5,49	5,33	5,18

❹ Sobrecarga de uso según la separación entre ejes de las estanterías y número de estantes superpuestos

N° estantes superpuestos	7	6	5	Basado en una distribución de formatos de 25 cm - 65 % 25 a 30 cm - 25 % 30 a 35 cm - 10 % Resulta una resistencia de forjado para el ámbito del almacén de 7,5 kN/m²
Altura máxima libros (cm)	25	30	35	
Profundidad media libros (cm)	18	20	22	
Sobrecarga por estante (kN)	0,38	0,51	0,55	

❺ Sobrecarga admisible en los forjados de almacén 7,5 kN//m²

Iluminación en el ámbito de uso público: iluminación general aprox. 250-300 lx; puestos de trabajo y lectura, ficheros, información, préstamos 500 lx.

Clima en el ámbito de uso público: 20 ± 2 °C, ~ 50 ± 5 % de humedad relativa, intercambio de aire (corriente de aire exterior) 20 m²/ h × persona (estos valores pueden superarse y disminuirse según el tiempo). Evitar incidencia directa de sol; la radiación UVA y el calor estropean papel y encuadernaciones. Emplear aire acondicionado de forma limitada por el alto consumo energético y los costes que ocasiona. En edificios de poca profundidad es posible ventilar por las ventanas.

Seguridad en el ámbito de uso público: **protección contra incendios** controlada por la normativa local. **Seguridad frente a incursiones** mediante detectores de movimiento y vidrios antibalas. **Seguridad frente a robos** con sistemas de protección de libros; óptima **seguridad** para salidas de emergencia no vigiladas, a través de sistemas electrónicos de cierre automático activados con el sonido de la alarma. Los dispositivos de seguridad para **salidas de emergencia** con señales acústicas o luminosas son menos eficaces.

Depósito: ubicación conveniente en el sótano por su clima constante y la transmisión de cargas. Resulta adecuado que el depósito conste de áreas intercomunicadas lo más amplias posible sin cambios de nivel. La colocación de las estanterías depende de la retícula que forman los pilares ("bloques compactos") (→ DIN-informe técnico 13). Es posible ampliar la capacidad en un ~100 % mediante el empleo de estanterías móviles. Capacidad portante mínima del suelo para estanterías fijas 7,5 kN/m², para móviles 12,5 kN/m² (→ DIN-informe técnico 13).

Clima en depósitos: 118 ± 2 °C, ~ 50 ± 5 % humedad relativa, intercambio de aire (corriente de aire exterior) 3 m²/h · m², dependiendo de la localización puede ser necesario un filtro de materias nocivas (polvo, SO_2, NO_x, etc.). Si se emplean materiales con una buena absorción térmica y de humedad en la construcción de los muros es posible reducir el uso de aire acondicionado. Resulta conveniente remover el aire para evitar la formación de moho, especialmente en las estanterías móviles (laterales abiertos). Fondos y materiales singulares (como, p. ej., diapositivas, cintas magnetofónicas y disquetes, así como mapas, planos y material gráfico) precisan unas condiciones ambientales especiales.

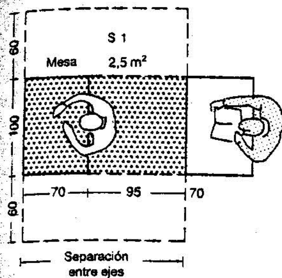
Capacidad portante del suelo en la zona de administración y mantenimiento de libros ≥ 5 kN/m². Dependiendo de la maquinaria, en los talleres la capacidad portante puede ser más elevada.

Construcción: Debido a la flexibilidad del espacio interior resulta muy conveniente emplear como estructura un esqueleto de hormigón armado o acero, construido con una retícula de 7,2 × 7,2 m. Altura del espacio ≥ 3 m.

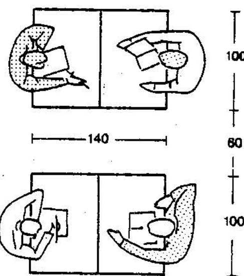
Recorridos: evitar el cruce y solapado entre los recorridos de usuarios, personal y libros.

Transporte: transporte horizontal de libros en carritos (ningún escalón; cambios de nivel resueltos con rampas ≤ 6 % o plataformas elevadoras) o cintas transportadoras; vertical, con ascensores o cintas transportadoras (planear el trazado minuciosamente, tramos de elevación oblicuos; costes de mantenimiento bajos), instalación de contenedores móviles, (con accionamiento mecánico, combinan tramos horizontales con elevadores paternóster), instalación automática de contenedores móviles (fácil trazado tanto vertical como horizontal, automático, en su mayoría con control asistido por ordenador, gastos elevados al realizar la instalación y, en ocasiones, también de mantenimiento).

La **superficie necesaria** para libros depende de la forma de organización, la accesibilidad del usuario, el tipo de estantería (fija o móvil), la clasificación por materias, su disposición, formato y retícula (tablas → Informe técnico DIN 13).



❶ Superficie necesaria para un puesto de trabajo individual → ❸



❷ Separación mínima entre mesas

$$S^1 = a \cdot b \cdot \left(1 + \frac{N\,\%}{100}\right)$$ Fórmula 1

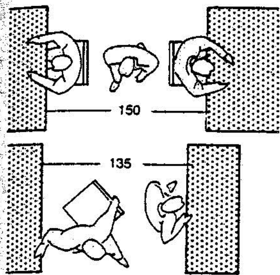
S_1 – superficie necesaria para un puesto abierto de trabajo
a – anchura de la mesa
e – separación entre ejes de mesas colocadas una detrás de otra
N %– porcentaje de suplemento adicional de pasillos para acceder a cada uno de los puestos de trabajo

Bajo las condiciones mencionadas aquí, la superficie necesaria para cada puesto de trabajo es de unos 2,5 m².

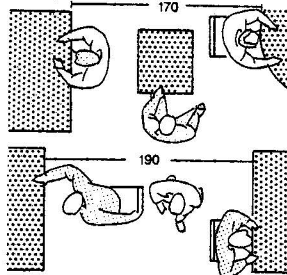
Ejemplo:

$S_1 = 1\ \text{m} \cdot (0{,}7 + 0{,}95) \cdot \left(1 + \frac{50}{100}\right)$
$S_1 = 2{,}48\ \text{m}$

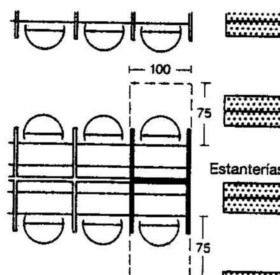
❸ Cálculo de la superficie → ❶ m² de superficie de uso principal



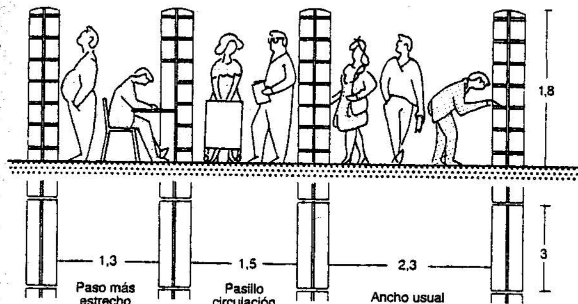
❹ Mínimo espacio de movimiento en la zona de lectura → ❺



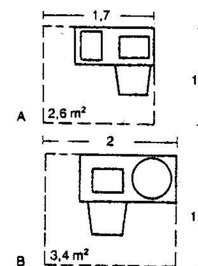
❺ Para transportar libros entre otras personas de pie y sentadas → ❹



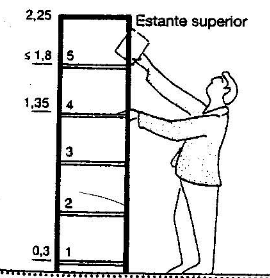
❻ Puestos de trabajo individuales, sistema Carrel



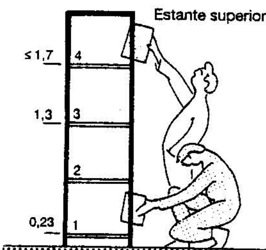
❼ Separaciones mínimas



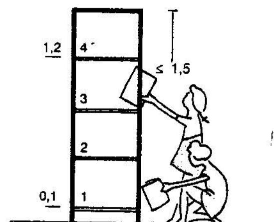
❽ Puesto de lectura para microfichas del catálogo



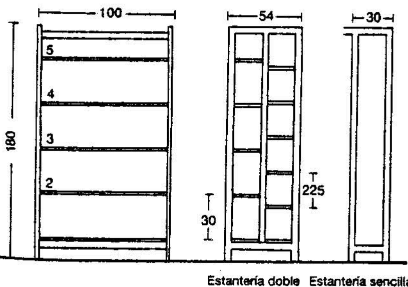
❾ Estantería con 5 estantes

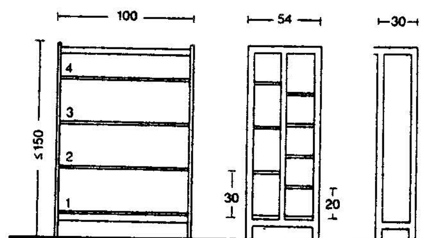


❿ Estanterías para escolares



⓫ Altura de una estantería para niños con 4 estantes





⓬ Estanterías para adultos con 5-6 estantes, para niños con 4-5 estantes → ⓫

Sistemas de mobiliario para mostradores de información y préstamos diseñados de tal forma que alojen todo tipo de aparatos (teléfono, ordenador, terminales, dispositivo para lectura de microfichas) y también los cables necesarios para electricidad y red de telecomunicación.

Armarios con cajones para fichas del catálogo, microfichas, diapositivas, películas, cintas magnetofónicas y de vídeo, discos compactos. Para cartografía, planos y dibujos.

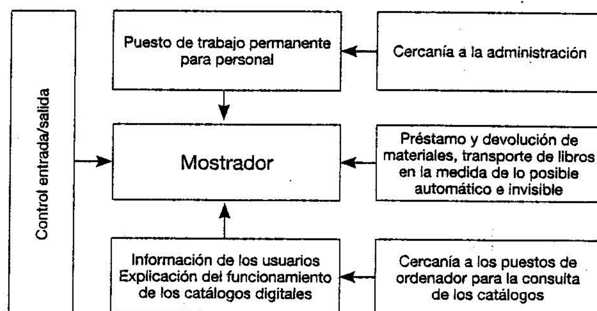
Sistemas de estanterías para libros, revistas, medios audiovisuales; por lo general, se emplean estanterías dobles independientes (soportes perfiles de acero, estantes chapa de acero o madera) h ≈ 2,25 m, distancia entre apoyos 1 m, profundidad de cada estante ≈ 0,25-0,3 m. También hay anchos especiales para ejemplares singulares como atlas o periódicos. El sistema debe permitir modificar la altura entre los estantes en intervalos mínimos de 15 mm. Altura máxima de las estanterías dobles aisladas, 5 veces la profundidad de los estantes. La capacidad de una estantería depende del número de baldas, para el cálculo se toma como referencia 25-30 ejemplares/metro lineal (→ DIN-informe técnico 13). Distancia libre entre las estanterías en depósitos de libros > 0,75 m, en zonas de acceso público ha de ser mayor.

Estanterías móviles (uso permitido tan solo en zonas no accesibles al público) cuando el edificio dispone de una retícula apropiada y de una adecuada colocación de los bloques de estanterías, la capacidad puede aumentarse hasta un 100 %. Condición indispensable: resistencia a cargas del forjado ≥ 12,5 kN/m² (coste adicional poco mayor que para conseguir 7,5 kN/m² estándar).

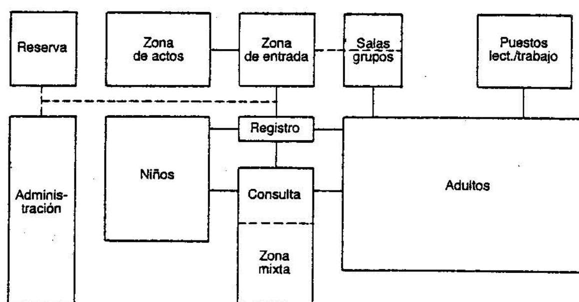
Puestos con lectores-reproductores de microfilm: todavía se necesitarán en un futuro para contenidos sobre microformas (sobre todo revistas). No obstante, la tendencia se dirige hacia la digitalización, pues ofrece mejores posibilidades de uso y acceso.

1,98
1,09

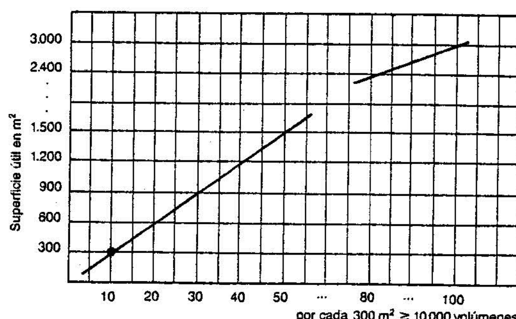
⓭ Armario para revistas



❶ Exigencias para los mostradores de préstamos



❷ Esquema funcional de una biblioteca media



❸ Esquema de la superficie necesaria en las bibliotecas públicas en función del fondo almacenado

Oficina de correos Acceso proveedores/rampa	Tratamiento técnico. Registro de entradas. Almacenaje, clasificación y distribución. Empaquetado (préstamos interbibliotecarios)
Administración Puesto de trabajo en oficina	Contabilidad
Bibliotecario/a Puesto de trabajo en oficina con superficies adicionales de apoyo para fondos ≤ 2 m² Superficie para aparcar el carrito para libros (50 × 100 cm)	Biblioteconomía Registro Asignación de signaturas Clasificación/catalogación temática Elaboración del catálogo
Tratamiento técnico Taller de encuadernación ≤ 50 m² Taller restauración ≤ 200 m² (para 4 colaboradores) Almacén materiales ≤ 15 m²	Encuadernación Etiquetado Restauración
Distribución Sala de ordenación de libros ≤ 14 m²	Ordenación Distribución
Préstamo fondos depósito/de acceso libre	

❹ Tratamiento de libros desde la entrega a su préstamo

Mostrador de préstamo

Es la interfaz entre el vestíbulo y la zona de catálogos de acceso público, la sala de lectura con estantes de consulta pública, el almacén y la administración, donde tienen lugar la entrega y devolución de libros, se ofrece información sobre la biblioteca y se controlan la entrada y salida de la sala de lectura. Por todo ello, los mostradores plantean muchas exigencias.
Los mostradores móviles de módulos combinables son aconsejables en bibliotecas pequeñas; en las más grandes deben utilizarse preferentemente sistemas fijos, sobre todo si los sistemas de transporte de libros están integrados en ellos. La altura del mostrador depende del enfoque de las diferentes funciones del mismo → ❶. Alturas favorables 95-105 cm. En bibliotecas a las que también concurren jóvenes y niños no se deben utilizar mamparas o repisas sobre el mostrador. La superficie del mostrador está expuesta a gran desgaste y deben preverse materiales aptos que mantengan buena presencia incluso tras uso prolongado (p. ej., madera maciza, linóleo o paneles laminados teñidos). Deben preverse cajas de conexión para teléfono y ordenador. Debería proporcionarse iluminación suficiente y vista al exterior (tener en cuenta las exigencias de las normativas locales de seguridad e higiene en el trabajo, ya que en el mostrador se sitúa un puesto de trabajo permanente).

Bibliotecas públicas

No tienen la misión científica de recolección exhaustiva y archivado, sino que son bibliotecas de consulta libre y, por lo general, sin almacén. Los usuarios son niños, jóvenes y adultos. Las bibliotecas públicas orientan su oferta y servicio a las necesidades de los usuarios. En tanto "lugar de comunicación" para todos los grupos de población, junto a la oferta tradicional de libros, también ofrece información/asesoramiento a los ciudadanos, audición de música, zonas de estancia, cafetería, puestos de trabajo individuales y en grupo. Además, se le puede añadir una biblioteca de música, una arteteca (préstamo de arte) o una biblioteca de diapositivas.
Los fondos (medios de comunicación) también pueden consistir —además de libros y revistas— en periódicos, separatas, juegos y nuevos medios (discos compactos, cintas de vídeo, *software*) que se pueden pedir prestados o utilizar en la propia biblioteca. El diseño del espacio ha de animar a permanecer en el interior y ofrecer zonas diferenciadas para adultos, niños y jóvenes. El espacio necesario depende de la magnitud de los fondos → ❸. Lo óptimo serían dos unidades de medios/habitante, tamaño mínimo 300 m² útiles y un fondo de 10.000 unidades. Tamaño de las superficies conectadas: aproximadamente cuadrada y de utilización flexible, posibilidad de extenderse en horizontal y no en vertical (menos personal), ampliable y con un acceso que invite a entrar. Estanterías con cinco o seis estantes (altura máxima de alcance: 1,8 m → pág. 261 ❿), cuatro para la zona infantil (altura máxima de alcance 1,2 m → pág. 261 ⓫ – ⓬). Longitud de las estanterías: 3 m como máximo.
Transporte de libros en carritos. Medidas más usuales, por ejemplo, 92/99/50 A/P/H. En grandes bibliotecas colocar montacargas junto a la entrada de suministradores. Para las bibliotecas públicas se calcula una sobrecarga de 5 kN/m². Almacenes compactos (estanterías mecanizadas sobre guías) entre 12,5 y 15 kN/m².

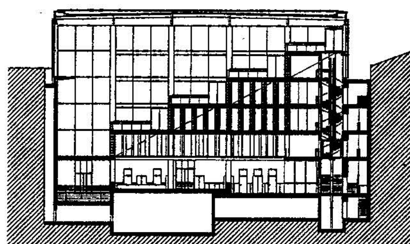
BIBLIOTECAS CIENTÍFICAS

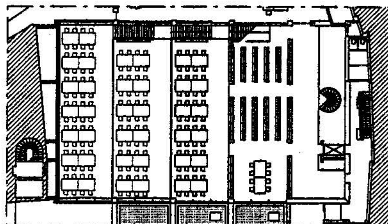
Desde siempre, las bibliotecas científicas han ocupado una posición clave en la historia de la investigación y la vida universitaria. Lejos de ser lugares destinados únicamente a la custodia de libros, estas bibliotecas permiten el trabajo con ellos. Muchas obras fundamentales y decisivas de la literatura mundial han sido concebidas dentro de bibliotecas. Su fundación constituye uno de los cometidos más notables de la sociedad. Algunos ejemplos representativos del siglo XIX dan muestra de la maestría con que estos proyectos arquitectónicos fueron resueltos (Biblioteca Laurenziana de Florencia, Biblioteca Nacional de Francia).
Recogen y disponen de fondos y otros medios audiovisuales para enseñanza e investigación, permitiendo tanto su consulta en las salas de lectura (ejemplares de consulta) como el préstamo del material guardado en el depósito y de los ejemplares de libre acceso o aquellos dispuestos en ámbitos separados. Además de libros y revistas, estas bibliotecas recopilan todo tipo de medios audiovisuales, indican su contenido y ofertan su uso. El número de puestos de lectura depende de los estudiantes matriculados en las distintas disciplinas. Orientación mediante la disposición sistemática y, por tanto, según las materias, de los fondos. Entre los servicios que ofrecen las bibliotecas científicas se encuentra el de préstamo interbibliotecario, copistería y ampliación de información micro (microfichas y microfilmes), así como la investigación *on-line* y posibilidad de consulta de los trabajos de investigación grabados en CD-ROM.
Ejemplo: Biblioteca jurídica de la Universität Halle Wittenberg → ❶ - ❷.

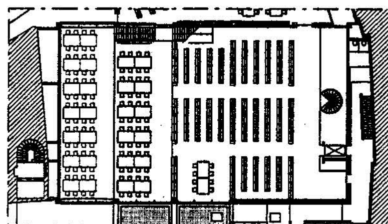
Bibliotecas universitarias

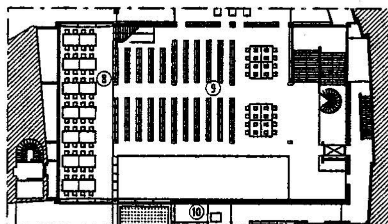
Están organizadas en sistemas unitarios o duales: los sistemas unitarios se administran de forma central (trámites de libros y servicios) y cuentan con pocos ámbitos separados accesibles al público. Los sistemas duales engloban una biblioteca central y un, con frecuencia mayor, número de bibliotecas de facultades, especialidades e institutos. En las zonas de consulta libre el material se almacena en salas de lectura o bien en depósitos abiertos al público (separación entre estanterías igual que en depósitos clausurados) y en depósitos cerrados. Ambos sistemas son empleados de forma mixta en casi todas las bibliotecas científicas. La relación entre depósito o material de préstamo y material de consulta está determinado por el modo de organización o el método conceptual de la biblioteca y, con frecuencia, también por el espacio del que consta un edificio preexistente.

① Entrada principal
② Casilleros
③ Zona de espera
④ Personal/supervisión
⑤ Sala de examen
⑥ Aseos
⑦ Cafetería con acceso desde el exterior
⑧ Puestos de lectura
⑨ Estanterías
⑩ Puestos de ordenador

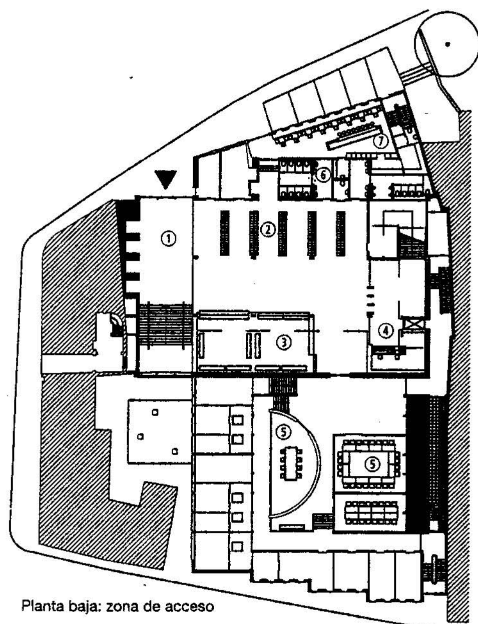

Sección: sala de lectura


Planta tercera: sala de lectura


Planta segunda: sala de lectura

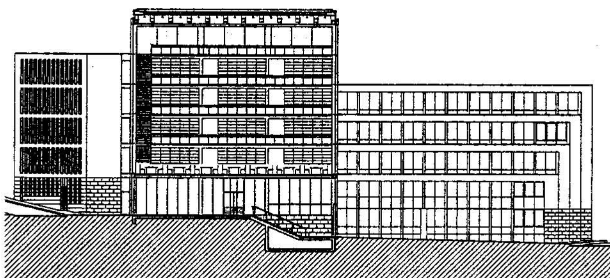


Planta primera: sala de lectura

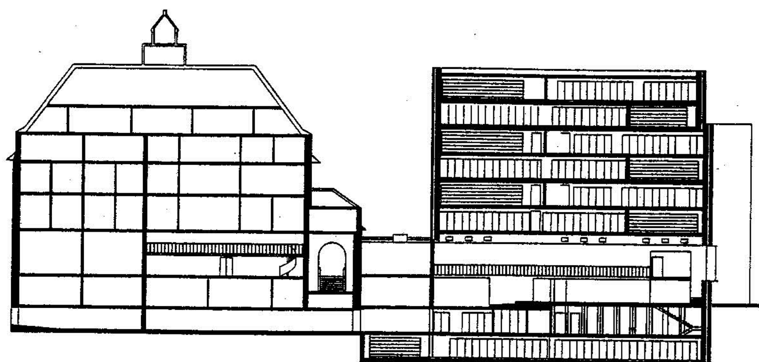


Planta baja: zona de acceso

❶ Biblioteca jurídica de la Universität Halle Wittenberg

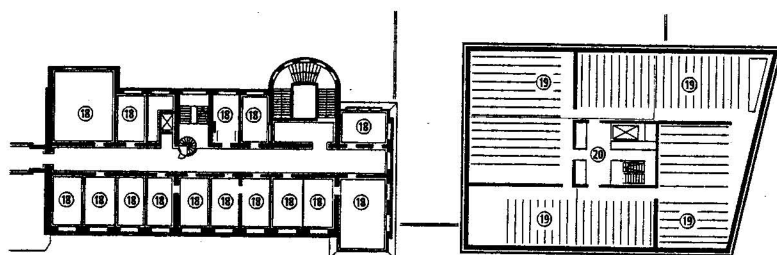


❷ Biblioteca jurídica de la Universität Halle Wittenberg
Arqs.: Thomas van den Valentyn, Gernot Schulz

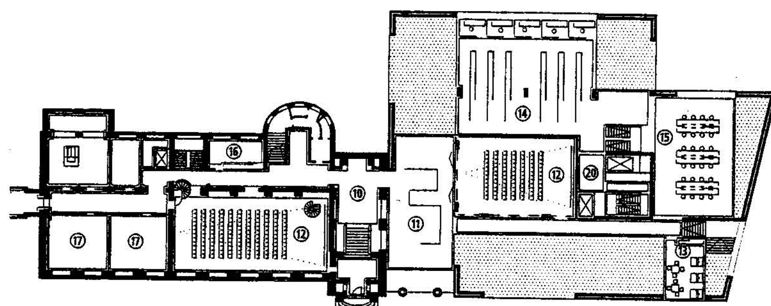


❶ Ampliación del Archivo Estatal de Dresde, sección a través del edificio existente y el nuevo archivo

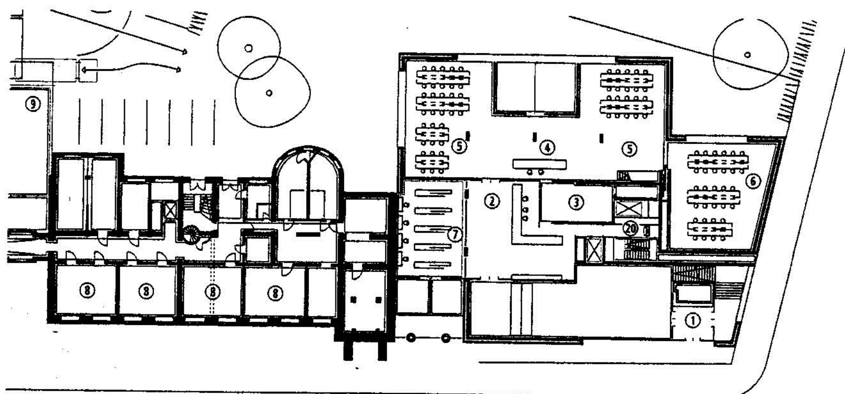
Arqs.: Kister Scheithauer Gross



❷ Los archivos se ubican alrededor del núcleo de acceso y ventilación. Gracias a los tres accesos, la distribución del espacio es flexible. Los forjados de hormigón pretensado hacen posibles, cantos de poca altura y grandes cargas, de modo que se pueden emplear estanterías móviles



❸ La conexión con el edificio existente se efectúa en la planta primera, donde se encuentran las salas para seminarios, la cafetería y las salas de lectura



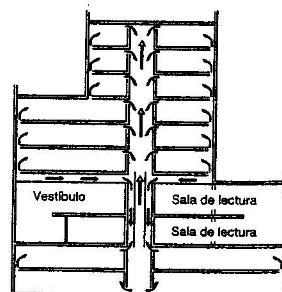
❹ Las plantas baja y primera desempeñan funciones públicas. El vestíbulo en el edificio de planta nueva facilita el acceso sin barreras y la comunicación con el edificio existente

Generalidades

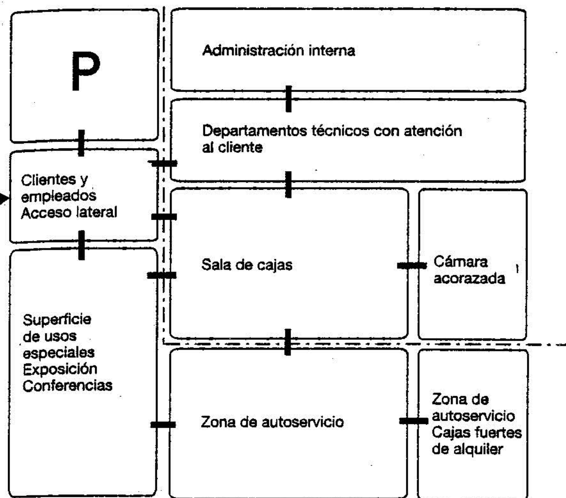
Al contrario que las bibliotecas, el cometido de los archivos no es poner a disposición del público materiales escritos y audiovisuales, sino para su catalogación sistemática y su conservación.

En esta función normalmente participan bibliotecas, museos o universidades. Los archivos estatales registran todo tipo de actas, trámites comerciales, cartas, planos y cédulas. Para acoger el fondo, siempre creciente, tienen que preverse contenedores adecuados (estanterías móviles, archivadores de planos, véase → págs. 249 y 260). Para ello debe tenerse en cuenta la capacidad portante del forjado (→ pág. 260). Para la durabilidad de los medios conservados el factor más importante es un clima homogéneo. El acondicionamiento completo del aire no es rentable debido a los altos costes de manutención, por lo que se tiende a disponer de ventilación natural, aunque conlleva riesgos de contaminación por sustancias nocivas contenidas en el aire; los sistemas sin ventilación requieren muros macizos permeables al vapor del agua que puedan calentarse con sistemas de pared radiante (radiador en el rodapié).

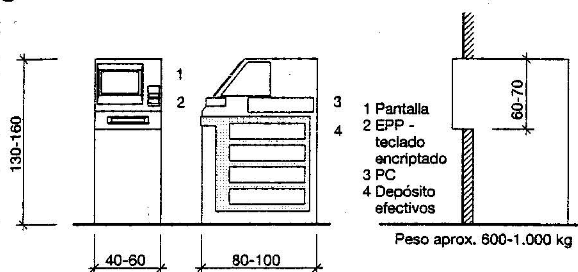
① Acceso controlado usuario
② Consulta, préstamo
③ Almacén
④ Supervisión
⑤ Sala de lectura
⑥ Sala de cartografía
⑦ Instrumentos de consulta
⑧ Talleres
⑨ Recepción mercancía
⑩ Acceso personal
⑪ Exposición
⑫ Semin./conferencias
⑬ Cafetería
⑭ Películas libre acceso
⑮ Filmoteca/mediateca
⑯ Oficina de correos
⑰ Dirección
⑱ Administración
⑲ Salas de archivo
⑳ Escaleras y núcleo de instalaciones de ventilación



❺ Principio de ventilación.
El aire se impulsa a cada planta a través de patinejos mediante difusores prefabricados especiales



❶ Organización de espacios en banco comercial con atención al cliente



❷ Cajero automático

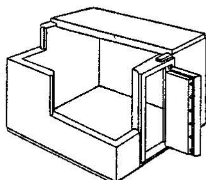
CA: Cajero automático:

Altura:	1,3-1,6 m
Anchura:	0,4-0,6 m
Fondo:	0,8-1 m
Peso	600-1.000 kg

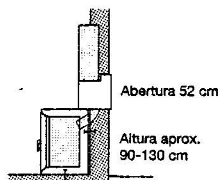
IA: Impresora automática de extractos bancarios

Altura:	1,1-1,3 m
Anchura:	0,5-0,8 m
Fondo:	~ 0,6 m
Peso:	~ 150 kg

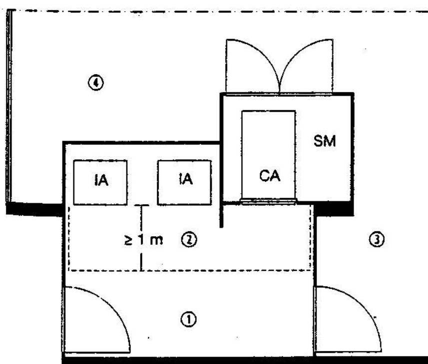
❸ Medidas de cajero automático, impresora de extractos



❹ Contenedor de seguridad-cámara acorazada



❺ Caja fuerte de noche



❻ Zona de autoservicio

BANCOS

Edificio bancario

En general hay dos tipos de bancos: los comerciales con atención al cliente, y los especiales y centrales sin atención al cliente (estos últimos son meramente edificios administrativos). En el caso de bancos comerciales se trata de una combinación entre edificio administrativo y sala de ventanillas. La proporción de las zonas administrativas es mayor en las oficinas centrales y disminuye notablemente en las sucursales, ya que la administración normalmente está centralizada. La seguridad, la confianza y la seriedad son condiciones básicas fundamentales para los negocios bancarios, conceptos que también deberían ser visibles en la imagen exterior. En un banco pueden distinguirse las siguientes zonas funcionales:

Zona administrativa

Oficinas internas para la administración sin atención al cliente (→ pág. 243 y ss).

Zonas especiales

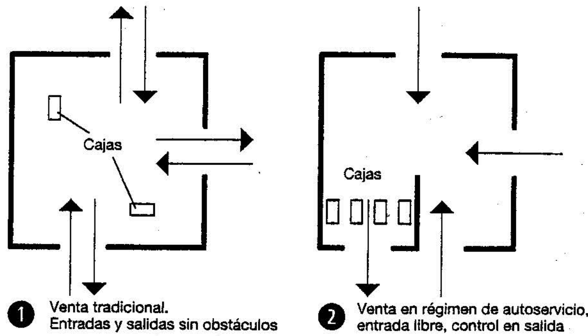
Además de las salas para el personal y los espacios de servicio usuales de la administración (→ pág. 250), también hay espacios para conferencias y actos representativos. Estas zonas también sirven para fines de formación y exposiciones.

Zona de seguridad

Las cajas fuertes (cámaras acorazadas) se construyen por lo general en grandes sucursales bancarias u oficinas centrales. En edificios de nueva planta son de hormigón armado; en edificios reformados, las cámaras se construyen en un espacio compuesto de prefabricados. La situación más favorable es en los sótanos, alrededor de la zona de accesos, pues así no es necesario desviarse mucho de los buzones de noche. Los recorridos hasta las cajas fuertes de alquiler y hasta la cámara acorazada deberían ser separados. También debe tenerse en cuenta el acceso desde los vehículos blindados. Para el control de la cámara acorazada pueden disponerse pasillos perimetrales con espejos de control. El grosor de los muros con relación al grado de seguridad varía de 80 (T10) a 100 cm (T20). Para las cajas fuertes de los clientes se prestan "compartimentos de alquiler de acceso ininterrumpido" que pueden atenderse con una esclusa de seguridad adicional desde la zona de autoservicio, sin necesidad de personal de control. Además de tener en cuenta las normativas locales, también deben observarse las condiciones exigidas por las compañías de seguros.

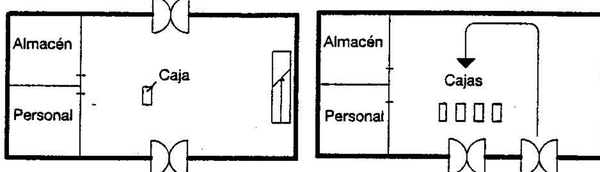
Zona de atención al cliente

Con la introducción de dispensadores automáticos de efectivo con entrega limitada y asegurada electrónicamente, ya no es necesaria la protección física del recinto de las cajas. Las operaciones de ingreso y de información básica se tramitan en las terminales de autoservicio. Las transferencias bancarias pueden efectuarse por Internet desde casa. Debido a todo ello, el espacio necesario para la sala de ventanillas va en disminución, pues solo se atienden consultas y la remisión a los departamentos especializados. Para una consulta previa son suficientes mesas altas de atención al cliente. Por razones de discreción, las consultas detalladas deberían tener lugar en despachos de información separados. Los departamentos especializados (p. ej., créditos e inversiones) normalmente se ubican en la primera planta de la sala de ventanillas. La zona de autoservicio también es accesible fuera del horario de atención al cliente, por lo que se ubican normalmente en los cortavientos, antes de acceder a la sala de ventanillas → ❻. Aquí se encuentran los cajeros automáticos y las impresoras de extractos bancarios, el buzón para la caja de noche y, a veces, el acceso a las cajas fuertes de alquiler.



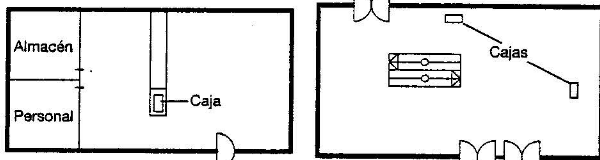
1 Venta tradicional. Entradas y salidas sin obstáculos

2 Venta en régimen de autoservicio, entrada libre, control en salida



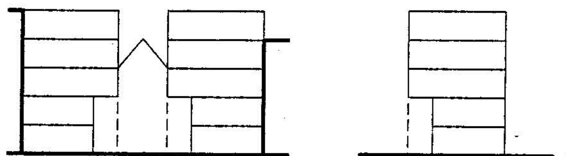
3 Comercio especializado y tiendas especializadas de venta al por menor

4 Grandes superficies especializadas de venta al por menor (régimen de libre servicio)



5 Tienda especializada con venta en mostrador

6 Gran almacén



7 Sección de un pasaje comercial

8 Sección de unos soportales comerciales

Tipos de negocio

Venta tradicional → 1: entradas y salidas sin obstáculos (tiendas especializadas, tiendas minoristas especializadas, grandes almacenes).

Venta en régimen de autoservicio → 2: entradas sin obstáculos, salida controlada exclusivamente a través de la zona de cajas (grandes superficies especializadas de venta al por menor).

Formas de venta y tipologías

Tienda especializada → 3: tiendas pequeñas (50-500 m²), generalmente solo un género (farmacia, zapatería, floristería), atención al cliente y asesoramiento, venta en mostrador, venta tradicional → 1.

Tienda especializada de venta al por menor → 3:
Cadenas comerciales, tiendas pequeñas a grandes, generalmente solo un género, se presentan como tiendas especializadas (joyería, tienda de ropa, zapatería), venta tradicional → 1.

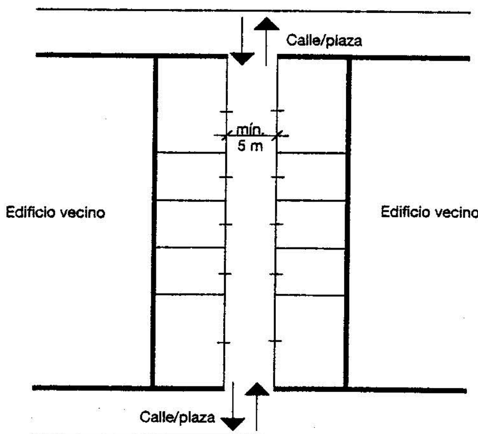
Grandes superficies especializadas minoristas → 4:
Cadenas comerciales, tiendas pequeñas a grandes, uno o más géneros, régimen de libre servicio (droguería, juguetería, alimentación, supermercado, mercado de bricolaje, electrodomésticos), venta en régimen de autoservicio → 2.

Gran almacén → 6:
Frecuentemente cadena comercial, locales muy grandes, en su mayor parte de varias plantas, surtido de varios géneros, parte de la superficie puede alquilarse a otras cadenas comerciales (principio *shop-in-shop*), venta tradicional → 1.

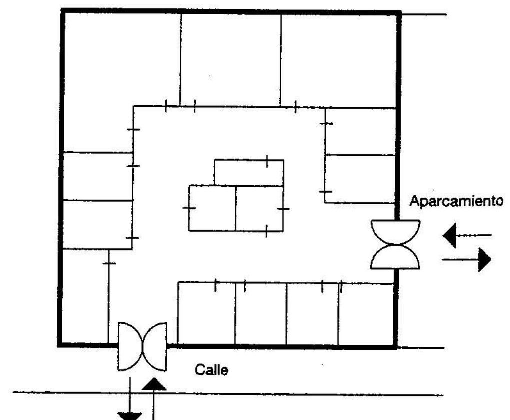
Pasaje comercial, centro comercial → 9 - 10:
Concentración y conglomerado de tiendas especializadas, tiendas al por menor, grandes superficies especializadas minoristas y grandes almacenes, de una o más plantas, además, cafeterías, bares, restaurantes.

Pasaje comercial → 9:
A partir de una superficie de 10.000 m², aprox. 20.000-25.000 m² de superficie; espacio vial cubierto de 2-3 plantas con varios niveles de accesos; uso de las zonas interiores de manzanas urbanas; accesos exteriores (mín. 2) desde plazas, calles o zonas comerciales, calles semipúblicas, sin horarios fijos. Pequeñas tiendas a lo largo de la calle interna. Grandes cadenas comerciales populares, a menudo en las esquinas o al final de una calle para atraer al público. Calles interiores dan a menudo a plazas y patios.

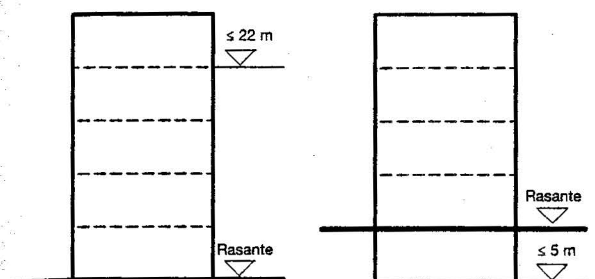
Centro comercial → 10:
Horarios fijos, acceso principal desde el exterior normalmente solo desde un lado, además de los habituales accesos laterales desde el aparcamiento.



9 Pasaje comercial



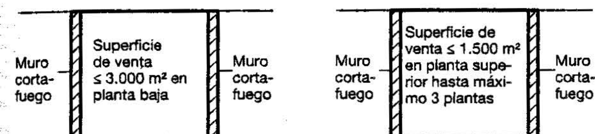
10 Centro comercial



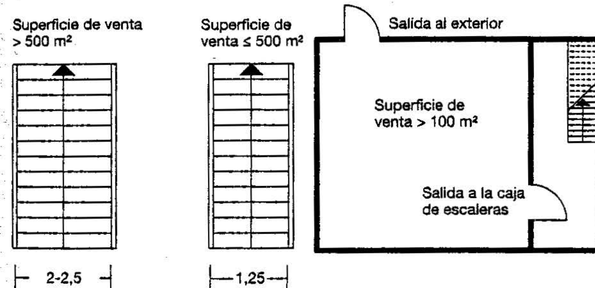
❶ Situación de las salas de venta



❷ Superficies de sectores de incendio con sistema de *sprinklers*

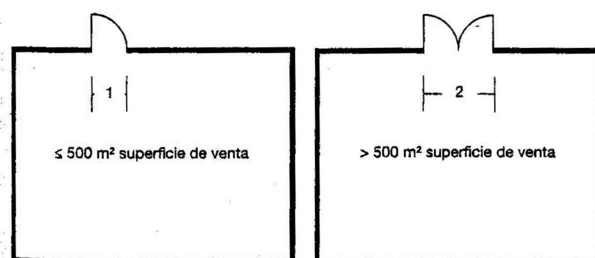


❸ Superficies de sectores de incendio sin sistema de *sprinklers*

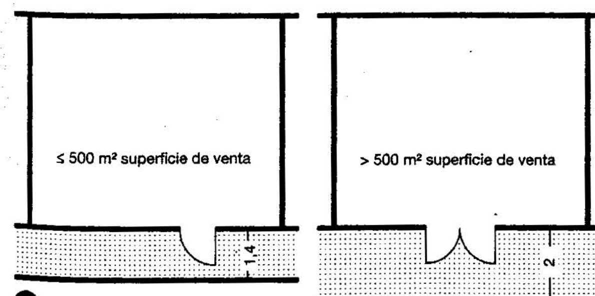


❹ Anchura de escaleras protegidas

❺ mínimo dos salidas/recorridos de evacuación



❻ Anchura de las salidas con relación a la superficie de venta



❼ Anchura de pasillos protegidos

ORDENANZA ALEMANA PARA LOCALES COMERCIALES

La Ordenanza alemana para locales comerciales (VKVO) rige en locales comerciales cuyos espacios de venta ocupan una superficie de más de 2.000 m².

Salas de venta

Locales donde se exponen las mercancías u otros servicios o que sirven para atender al cliente, con la excepción de cajas de escaleras protegidas, locales anexos y garajes. Las galerías comerciales no se consideran salas de venta.

Galerías comerciales

Superficies completa o parcialmente cubiertas que comunican con salas de venta y que sirven para la circulación de los clientes. Deben tener una anchura mínima de 5 m.

Situación de las salas de venta

A excepción de locales gastronómicos, no deben situarse a una altura mayor de 22 m sobre rasante, medidos desde el suelo de la planta superior. Las salas de venta no deben estar situadas a más de 5 m bajo rasante medida desde el suelo → ❶.

Sectores de incendios

Los locales comerciales deben estar sectorizados con muros divisorios cortafuegos → ❷ - ❸.

La superficie de los sectores se mide por cada planta:

	con sistema de *sprinklers*	sin sistema de *sprinklers*
Locales comerciales en planta baja	10.000 m²	5.000 m²
Resto de locales comerciales	5.000 m²	1.500 m²*

* si los locales comerciales no ocupan más de tres plantas y la superficie total de todas las plantas comprendidas en un sector de incendios no excede los 3.000 m²

Escaleras protegidas

Deben tener como mínimo 2 m de anchura y no deben exceder los 2,5 m. Si las escaleras están dedicadas a salas de venta cuyas superficies no sumen más de 500 m², es suficiente 1,25 m de anchura → ❹.

Salidas

Cada sala de venta, estancia y galería comercial tiene que tener como mínimo dos salidas al exterior o a escaleras protegidas. Es suficiente una salida para salas de venta y estancias con una superficie inferior a 100 m² → ❺. Las salidas de un local comercial al exterior o a escaleras protegidas tienen que tener una anchura de 30 cm por cada 100 m² de superficie de las salas de venta, con un mínimo de 2 m; para salidas de salas de venta con una superficie inferior a 500 m² es suficiente una anchura de 1 m → ❻. Una salida que conduce a un pasillo no debe ser más ancha que el pasillo; una salida que conduce a una escalera protegida no debe ser más ancha que esta.

Recorridos de evacuación

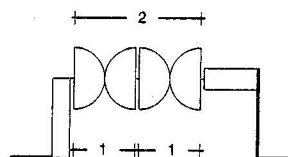
Para cada sala de venta, estancia y galería comercial debe haber como mínimo dos recorridos de evacuación en la misma planta y en direcciones contrarias que conduzcan a salidas al exterior o a escaleras protegidas. Estas deben ser accesibles desde cualquier punto de una sala de ventas a una distancia máxima de 25 m (para otros recintos o galerías comerciales, 35 m máximo). Las puertas tienen que abrirse en dirección de evacuación y carecer de cambios de nivel. Desde cualquier punto de una sala de ventas tiene que poder accederse a un pasillo central o galería comercial en una distancia máxima de 10 m en línea recta.

Pasillos protegidos

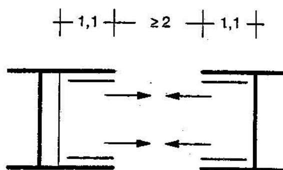
Tienen que tener una anchura mínima de 2 m. Es suficiente una anchura de 1,4 m si los pasillos pertenecen a salas de venta con superficies inferiores a 500 m² → ❼.

Comercio

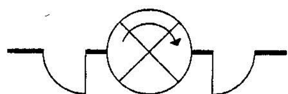
TIENDAS
Directrices y tipologías
Ordenanza alemana para locales comerciales
Accesos y escaparates
Zona de cajas y vestíbulo de acceso
Vestíbulos de acceso, ejemplo
Recorrido, escaleras mecánicas
Mobiliario, dimensiones
Tiendas de comestibles
Autoservicios



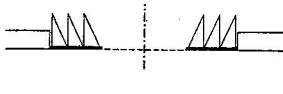
❶ Puerta abatible; altura: 2,2 m



❷ Puerta corredera



❸ Puerta giratoria con puertas laterales



❹ Puerta plegable

Entradas

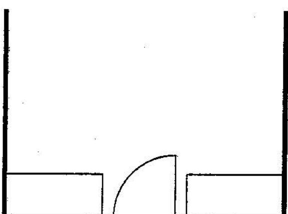
Las puertas de comercios con superficie inferior a 2.000 m² pueden tener anchuras < 1 m. Las entradas a locales comerciales de más de 2.000 m² deben estar libres de barreras arquitectónicas y dotadas de esclusas con puertas automáticas. Según la Ordenanza alemana para locales comerciales, que la anchura libre de paso será > 2 m y la altura > 2,2 m → ❷.

Escaparates

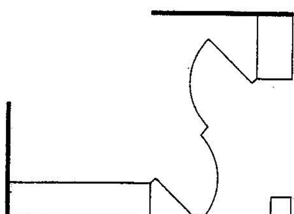
Sirven para presentar el surtido en el exterior, para despertar los deseos de los clientes e invitar a la compra → ⓫ – ⓬, ⓯ – ⓲. Su diseño depende de la mercancía que hay que exponer y debe concebirse en conjunto con la situación, la forma y el tamaño de la entrada. Se distinguen escaparates con vitrinas → ⓫ y en forma de ventanal → ⓱.

Vitrinas: separación de la mercancía presentada en el escaparate y la sala de ventas, normalmente en grandes almacenes y tiendas especializadas de venta al por menor.

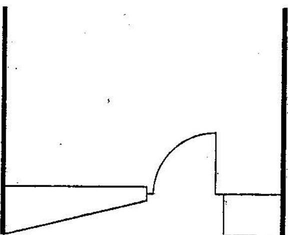
Ventanal: vista a través del ventanal al interior de la sala de ventas, normalmente en tiendas especializadas (p. ej., panadería, carnicería, etc.).



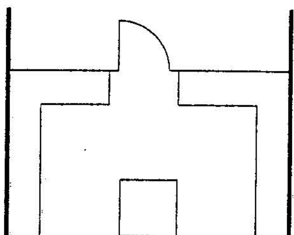
❺ Entrada sencilla de una hoja



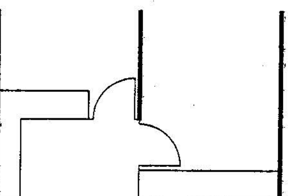
❻ Entrada en chaflán



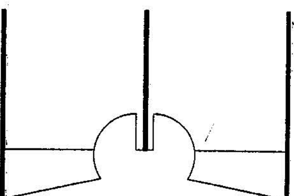
❼ Entrada en embudo



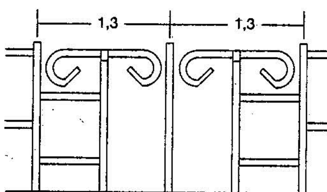
❽ Entrada en el fondo



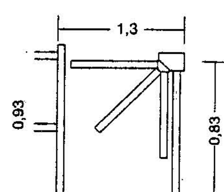
❾ Entrada desplazada



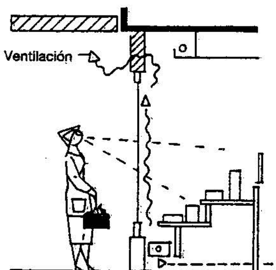
❿ Pequeñas entradas cóncavas



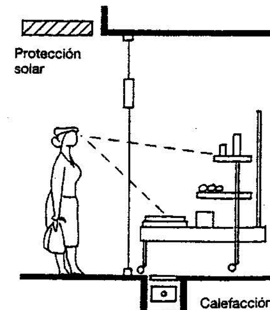
⓭ Torniquete redondeado



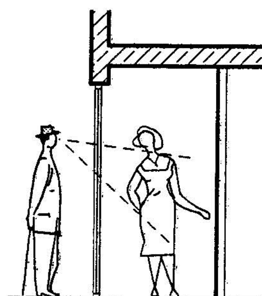
⓮ Torniquete con tres barras



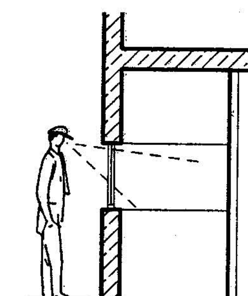
⓯ Aparador escalonado en escaparate



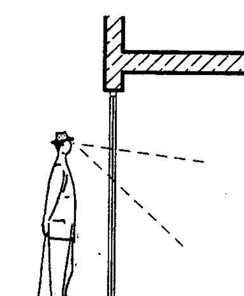
⓰ Aparador móvil en escaparate con tablero de fondo



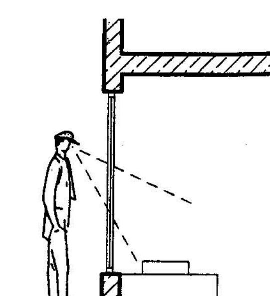
⓫ Escaparate en forma de vitrina



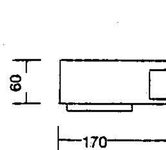
⓬ Variante de → ⓫ (p. ej., joyería) con antepecho



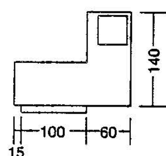
⓱ Escaparate



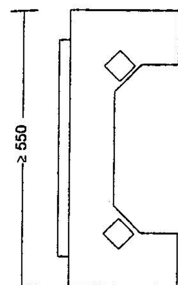
⓲ Variante de → ⓱ con antepecho (p. ej., librería)



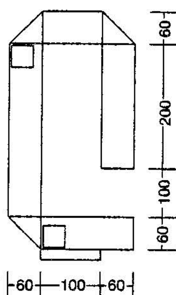
❶ Caja registradora, cinta recta



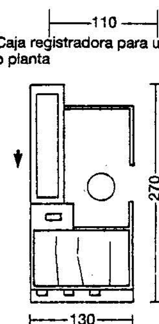
❷ Caja registradora en L



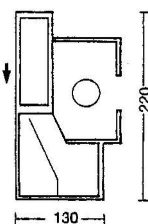
❸ Caja registradora para una sección o planta



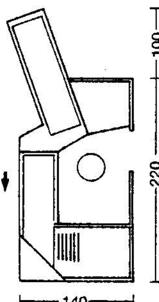
❹ Mostrador de cajas con gran zona de embalaje



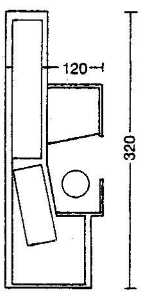
❺ Caja de un autoservicio



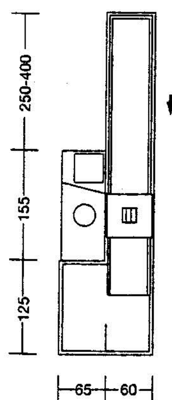
❻ Variante de → ❺



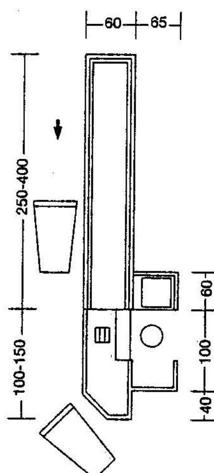
❼ Variante de → ❺



❽ Variante de → ❺



❾ Caja con dos cintas trasportadoras



❿ Caja con bandeja de salida

Tipos de cajas registradoras

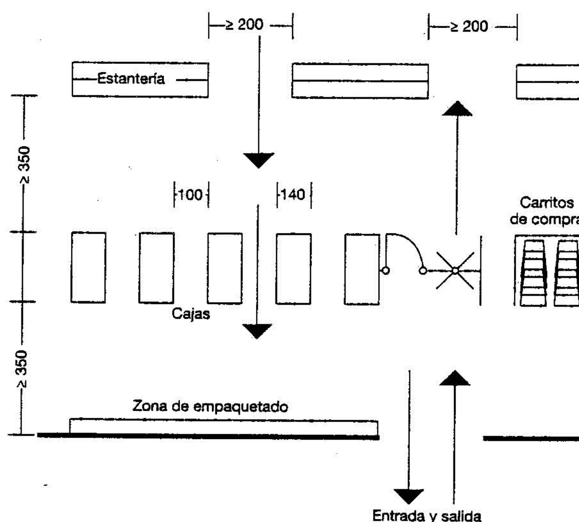
Según el tipo de venta o empresa, existen numerosos tipos de caja: caja de un servicio, cajas para secciones, cajas centrales y líneas de cajas.

Línea de cajas

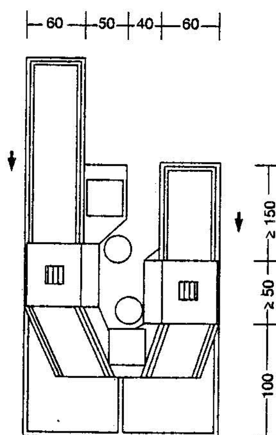
Es la única salida en grandes superficies especializadas de venta al por menor (zona autoservicio) con venta en recinto cerrado. La anchura libre de paso entre las cajas debería ser suficiente para el paso de carritos de compra, carritos de niños y sillas de ruedas sin dificultades (mín. 1 m). Las cajas se equipan generalmente con cintas transportadoras (dos direcciones) y escáner empotrado. Los muebles de cajas autoservicio se comercializan también como productos prefabricados.

Cajas individuales, de sección o de planta y cajas centrales

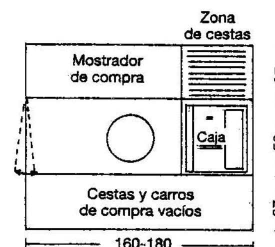
En comercios especializados, tiendas especializadas de venta al por menor y grandes almacenes en régimen de venta tradicional se emplean cajas individuales, de sección, de planta y cajas centrales según la organización de la empresa y las exigencias funcionales. En grandes almacenes con surtido de géneros diferentes, hay cajas de sección; en tiendas especializadas minoristas suele haber cajas de planta o centrales, y en tiendas especializadas, cajas individuales.



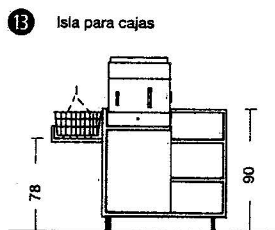
⓫ Zona de cajas, zona autoservicio



⓬ Caja de dos servicios



⓭ Isla para cajas

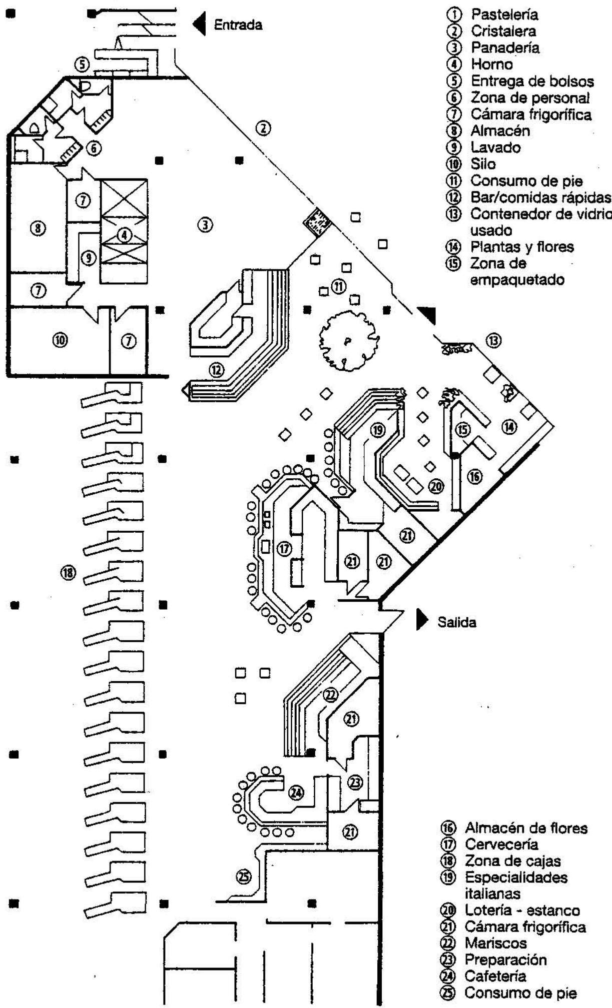


⓮ Sección de una caja

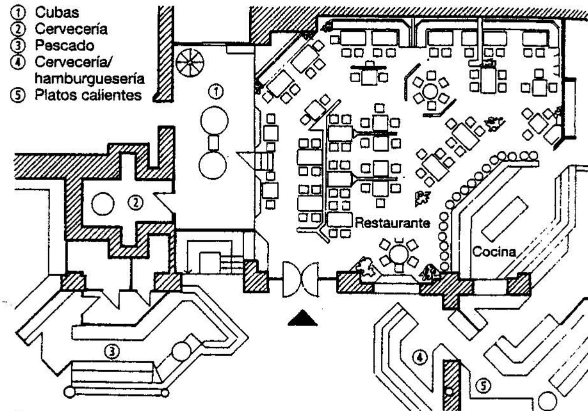
TIENDAS

VESTÍBULOS DE ACCESO, EJEMPLOS

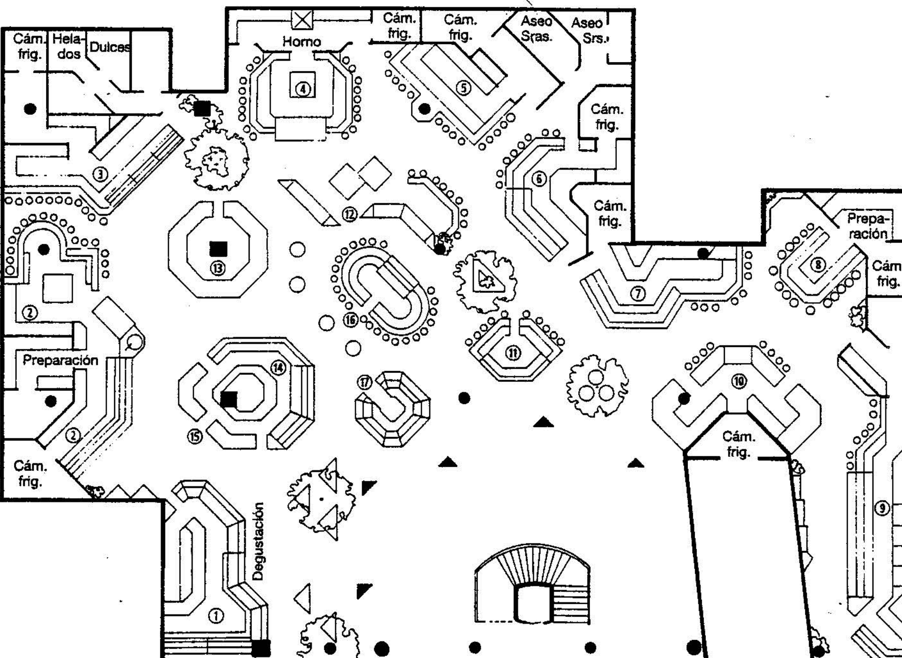
Compra impulsiva de consumo inmediato o para llevarse.
Impulso de compra:
Estimular los sentidos, exposición sugestiva, estilo de vida, calidad de vida, comodidad para el ama de casa que trabaja. Productos precocinados, calientes o para calentar = *fast food*. No autoservicio = libertad de movimientos. *Shop in shop*. Multiplicidad de ideas, concentración, comercios más pequeños. Almacén para las ventas de un día. Suministro generalmente por la mañana, oferta de productos frescos. Lavabos mínimos para los clientes. Lavabos para el personal.
Surtido:
Panadería, solo venta: 40-80 m²; con consumo in situ: 80-120 m². Charcutería, solo venta: 40-80 m²; con consumo in situ: 80-120 m². Cafetería y pastelería, solo venta: 40-80 m²; con consumo in situ: a partir de 220 m². Pescadería, solo venta: 40-80 m²; con consumo in situ: 80-120 m². Productos frescos y consumo en el supermercado como complemento a partir de 600 m² en la zona situada delante de las cajas → ❶. Fruta, verdura, flores, bebidas, vino, cava, elaborados de calidad, tapas.
Adicional: *pizzas*, filetes de carne, cerveza de barril, etc. → ❸.



❶ Zona delante de las cajas — Arqs.: Maier y Pistor



❸ Cervecería y restaurante en el mercado de productos frescos — Proyecto: Maier y Pistor



❷ Mercado de productos frescos; estación central de Hamburgo

Zona:	Superficie: (incl. cuartos auxiliares)
① Panadería con consumo	aprox. 64 m²
② Charcutería con degustación y cerveza a presión	aprox. 89 m²
③ Especialidades bávaras	aprox. 50 m²
④ Especialidades italianas	aprox. 54 m²
⑤ Especialidad. japonesas	aprox. 43 m²
⑥ Especialidad. pescado	aprox. 43 m²
⑦ Especialidades de queso	aprox. 45 m²
⑧ Especialidad. mexicanas	aprox. 46 m²
⑨ Especialidades en jamón y embutidos	aprox. 68 m²
⑩ Fruta/ensaladas/zumos	aprox. 42 m²
⑪ Helados y cafés	aprox. 20 m²
⑫ Venta vino y degustación	aprox. 28 m²
⑬ Dulces	aprox. 35 m²
⑭ Tostador de café	aprox. 28 m²
⑮ Venta de té	aprox. 23 m²
⑯ Venta de champaña y prod. alta elaboración	aprox. 21 m²
⑰ Venta de chocolate	aprox. 25 m²
en total	aprox. 724 m²
Superficie de circulación y lavabos	aprox. 95 m²

Proyecto: Maier y Pistor

Los recorridos y las escaleras mecánicas sirven ante todo para ver el surtido y las ofertas. Cuanto más grande sea la superficie del local comercial, más importancia cobra el concepto de recorrido, que puede realizarse mediante diferentes materiales en el suelo, iluminación, mobiliario y posición del surtido. La posición de los expositores y góndolas resulta de la idea de conducir al cliente mediante la organización de los estantes y el emplazamiento del género por todas las secciones del surtido → ❶ – ❷.

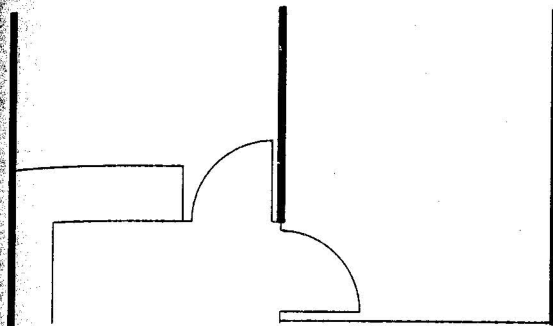
Para la comunicación vertical mediante escaleras mecánicas son habituales las siguientes variantes:

De dos tramos cruzados → ❼

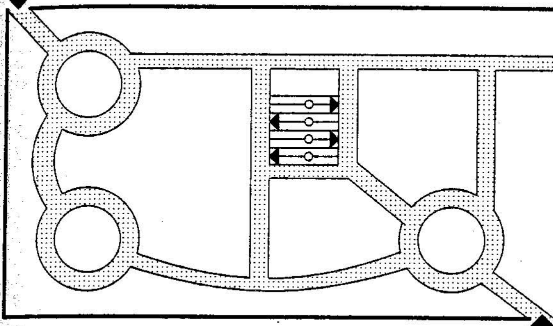
Cada escalera cambia de sentido 180° respectivamente (escaleras mecánicas según EN 115).

Disposición paralela → ❻

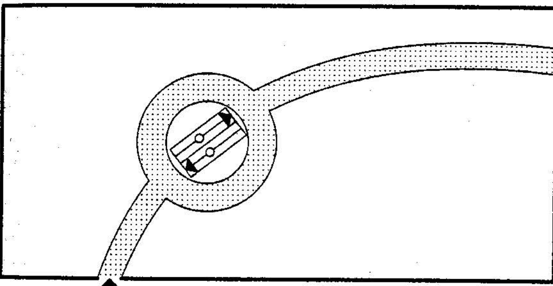
Los tramos del mismo sentido están superpuestos. Como valor orientativo sirve una escalera mecánica por cada aprox. 1.000 m² de superficie de venta.



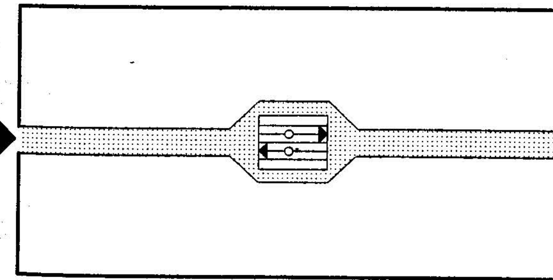
❶ Recorrido central (variante 1)



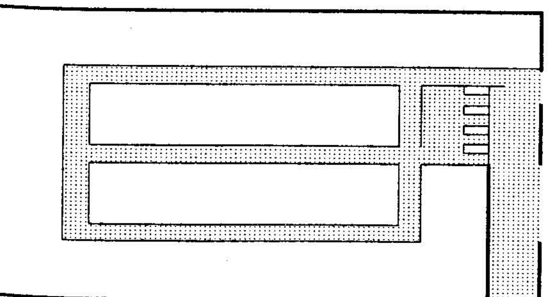
❷ Recorrido central (variante 2)



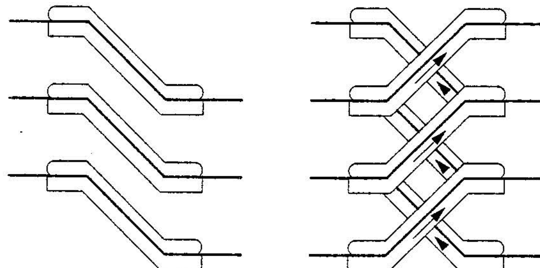
❸ Recorrido curvo

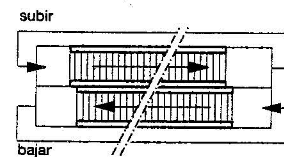


❹ Recorrido unidireccional



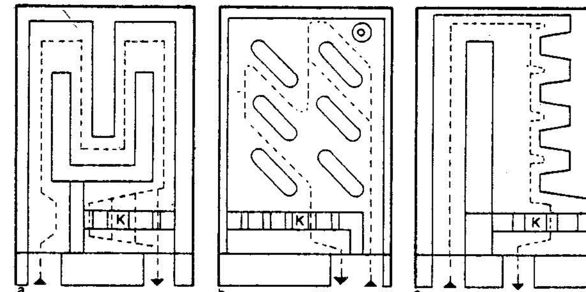
❺ Recorrido en un autoservicio



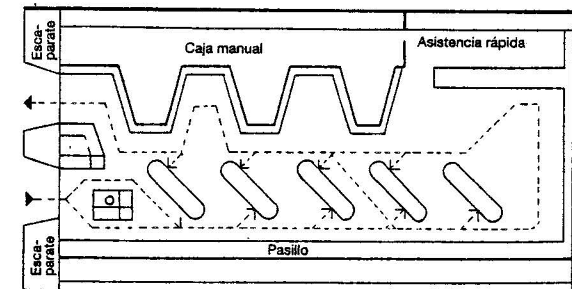


❻ Escalera mecánica paralela de un tramo

❼ Escalera mecánica de dos tramos cruzados



❽ Los recorridos deben llegar también a las esquinas, entradas separadas en a y c, agrupadas en b

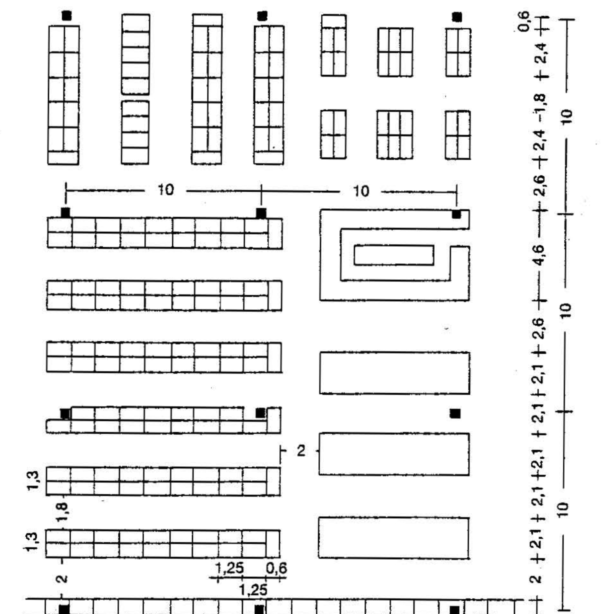


❾ Tienda con buena visibilidad para clientes y control (cajas); no se obliga al cliente a dar rodeos innecesarios → ❽ a

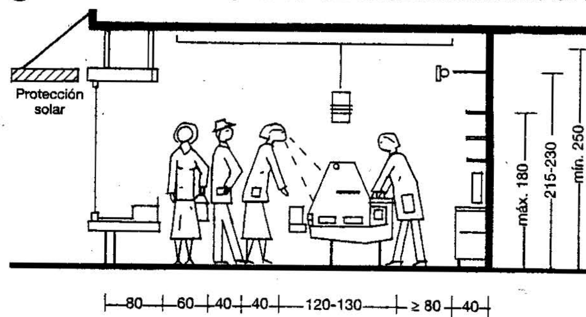
Comercio

TIENDAS

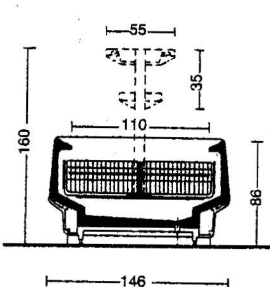
Directrices y tipologías
Ordenanza alemana para locales comerciales
Accesos y escaparates
Zona de cajas y vestíbulo de acceso
Vestíbulos de acceso, ejemplos
Recorrido, escaleras mecánicas
Mobiliario, dimensiones
Tiendas de comestibles
Autoservicios



1 Medidas de las estanterías y mostradores de venta, retícula estructural de 10 × 10 m

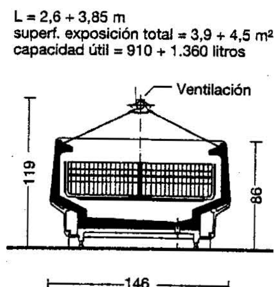


2 Anchura mínima de una tienda ≥ 4, mejor 5

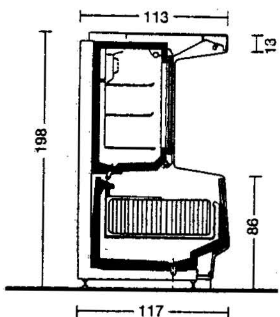


3 Expositor frigorífico sin tapa

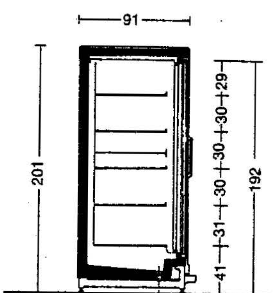
L = 2,6 + 3,85 m
superf. exposición total = 3,9 + 4,5 m²
capacidad útil = 910 + 1.360 litros



4 Expositor frigorífico con tapa



5 Expositor frigorífico vertical con tapa



6 Armario frigorífico

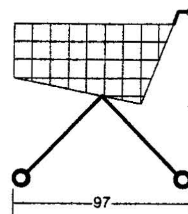


7 Estantes para botellas

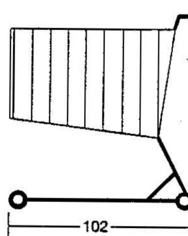
Estantería para fruta, verdura y productos sueltos a rellenar



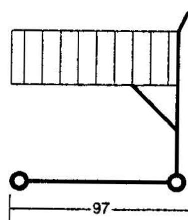
8 Estantes de pared con pasillo de reposición por detrás. Los cajones se sustituyen enteros



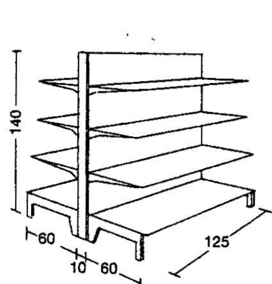
9 Carro de autoservicio pequeño (p. ej., droguería)



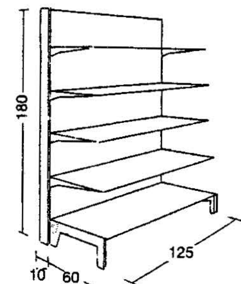
10 Carro de autoservicio grande (p. ej., gran cadena de alimentación)



11 Carro de bricolaje (p. ej., tienda de bricolaje)



12 Estantes aislados



13 Estantes en la pared

Comercio

TIENDAS

Directrices y tipologías
Ordenanza alemana para locales comerciales
Accesos y escaparates
Zona de cajas y vestíbulo de acceso
Vestíbulos de acceso, ejemplos
Recorrido, escaleras mecánicas
Mobiliario, dimensiones
Tiendas de comestibles
Autoservicios

Pescaderías

Los pescados, por estropearse rápidamente, se han de mantener a baja temperatura. Sin embargo, el pescado ahumado, a diferencia del pescado fresco, debe almacenarse en un lugar absolutamente seco. El pescado desprende un fuerte olor, por lo que las pescaderías estarán con esclusas o cortinas de aire. Suelo y paredes lavables. Prever un elevado tráfico de proveedores. En caso de ser necesario, colocar un vivero (reclamo publicitario) → ❶ - ❷.

Carne de caza y aves

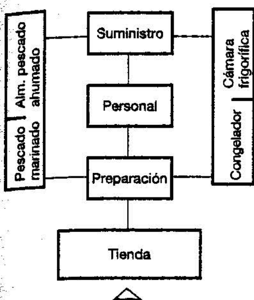
A menudo incorporada en las carnicerías. Con almacén exclusivamente para las ventas del día. Prever la colocación de una máquina de desplumar y soflamar en la zona de trabajo. Como la carne de ave absorbe los olores, se han de guardar por separado en la tienda y en la cámara frigorífica.
Mostrador y paredes: mármol, azulejos, mosaico, materiales lavables. Suficientes expositores frigoríficos → ❸ - ❹.

Fruterías y verdulerías

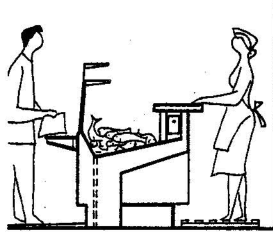
Guardar la verdura fresca en un lugar fresco pero sin refrigeración, en estado natural o preparadas para cocinar. Las patatas deben guardarse en salas oscuras. La venta suele realizarse en las mismas cajas de suministro (cajas, cestas, bandejas, etc.). Prever una bandeja de recogida de residuos debajo del estante inferior → ❼ - ❽. A veces la venta de fruta y verdura se combina con la venta de flores. Los autoservicios comercializan productos preparados para cocinar en envoltorios transparentes.

Carnicerías

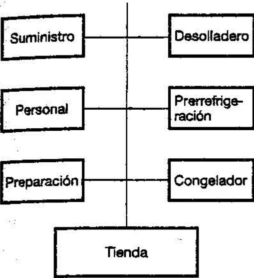
Proceso de trabajo: 1. Suministro; 2. Matanza; 3. Troceo; 4. Preparación; 5. Almacenamiento/refrigeración; 6. Venta → ❿ - ⓫. Preferiblemente en una sola planta, en caso necesario, vías y vagonetas, ya que los cuartos de ternera o medios cerdos pesan de 75 a 100 kg. La sala de preparación y la cámara frigorífica ocupan de 1,5 a 2 veces la superficie de la tienda.
Paredes: azulejos, mosaico, etc.
Mostrador: mármol, vidrio, cerámica.



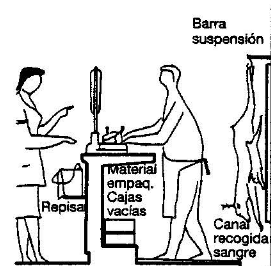
❶ Esquema funcional de una pescadería



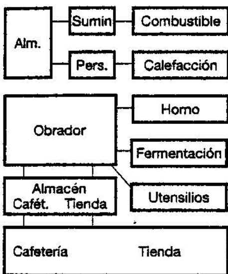
❷ Puesto de venta de pescado con instalación frigorífica y desagüe



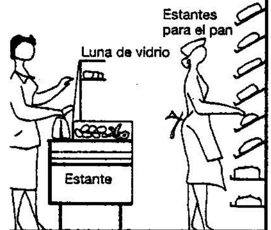
❸ Esquema funcional de una tienda de carne y aves



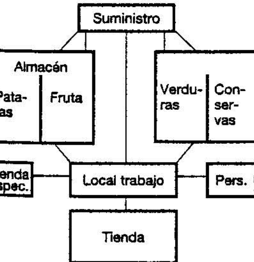
❹ Mostrador macizo de mármol o con recubrimiento de azulejos



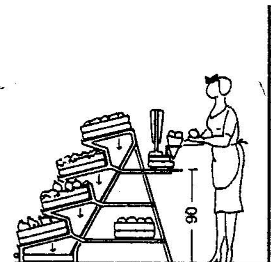
❺ Esquema funcional de una panadería, almacén con buena ventilación, en caso necesario con extracción forzada de vapores



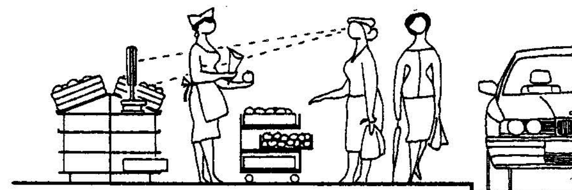
❻ Puesto de venta con ventana de separación



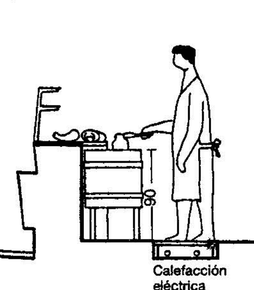
❼ Esquema funcional de una tienda de fruta y verduras



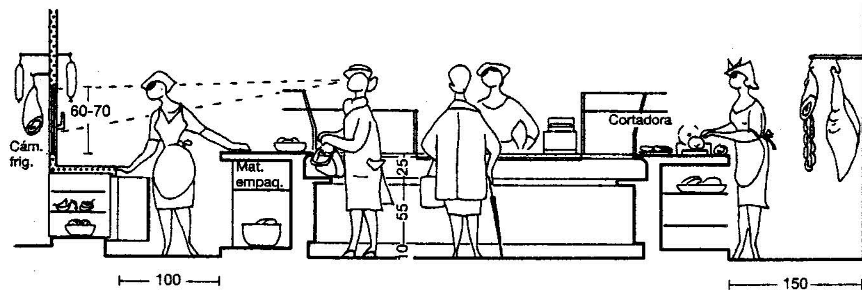
❽ Puesto de venta con soporte para cajas y cestas. Chapa escurridora y bandeja de residuos



❾ Venta ambulante en la acera con mostradores sobre ruedas, o delante de la tienda con exposición publicitaria de la mercancía



❿ Puesto de venta con carrito para cortar carne



⓫ Mostradores más usuales para carnicerías y también pescaderías → ❷

Comercio
TIENDAS
Directrices y tipologías
Ordenanza alemana para locales comerciales
Accesos y escaparates
Zona de cajas y vestíbulo de acceso
Vestíbulos de acceso, ejemplos
Recorrido, escaleras mecánicas
Mobiliario, dimensiones
Tiendas de comestibles
Autoservicios

Las tiendas de comestibles suelen ser autoservicios. El personal solo informa, ayuda y cobra, aunque puede haber empleados fijos en los puestos de carne, embutidos, fruta y verdura. Exponer todos los productos a la venta de forma visible. Tener en cuenta los recorridos en el interior de la tienda. Junto a la entrada debe encontrarse el depósito de cestos y carritos de compra; al final del recorrido se sitúan las cajas. Los estantes no deben colocarse por encima del alcance de la mano; estante más alto a 1,8 m, y el inferior a 30 cm por encima del suelo.

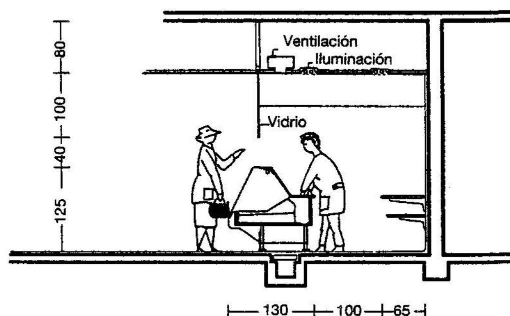
Refrigeración
Calefacción
Cuarto auxiliar
Contenedor
Personal
Oficina
Ventilación
Suministros
Reserva
Aseo H
Refrigeración de carne
Refrig. fruta
Vestidor hombres
Aseo M
Cong.
Preparación de carne
Cuarto máquinas
Oficina supervisor
Vestidor mujeres
Productos congelados
Ensaladas Quesos
Carnes Embutidos
Embutidos
Carnes
Elab. de calidad
Elab. de calidad
Carne de caza y aves
Helados y pasteles congelados
Productos lácteos
Dulces
Elaborados de calidad
Dulces
Dulces
Alimento mascotas
Alimento mascotas
Perfumes
Dulces
Alimento mascotas
Conservas
Conservas
Alimentos básicos
No alimentarios
No alimentarios
Alimentos básicos
No alimentarios
No alimentarios
Cacao
Té
Café
Conservas
Mermeladas
Prod. dietéticos
Prod. régimen
Bollería
Pan
No alimentarios
Repostería
Repostería
Despacho
Cajas
Fruta-verdura
Bollería
Tienda de bebidas
C
Carritos de compra
Comidas preparadas
Flores
Mesas altas
Bebidas
Acceso

❶ Supermercado

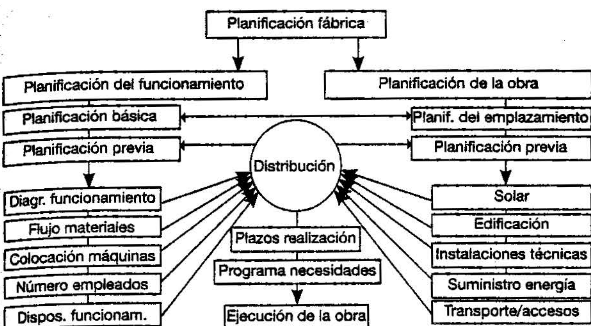
Características más importantes	Hasta 399 m²	400 a 499 m²	500 a 599 m²	600 a 799 m²	800 a 899 m²	1.000 a 1499 m²
1. Nº de empleados necesarios a jornada completa	10,6 7-14	12,9 10-16	15,3 12-18	17,7 16-20	22,1 18-25	30,2 25-33
2. Sección carne fresca y embut.						
a) % de ventas	22 19-28	21 20-32	20 20-28	19 17-25	18 16-24	17 14,5-24
b) longitud del mostrador en m	6,5 6-7	7,6 7-8,2	8,75 7,5-9	9,08 1,5-10,5	9,75 9-10,5	11,75 10-13,5
c) Sala preparación en m³	14 8-20	19 13-25	24 18-30	26 20-32	30 23-38	36 23-50
d) Cámara frigorífica en m³	11 7-15	13,5 9-18	15 10-20	15 10-20	22 14-30	25 16-35
3. Sección product. lácteos y grasas						
a) expositor frigorífico en ml	6,75 6,3-7,3	8 6,5-9,5	8,75 7,5-11	10,25 9-12	11,25 10-13,5	15,7 12-18,5
b) cámara frigorífica en m²	6 4-8	7,6 5-10,5	10 8-12	12 8-15,5	13 8-18	15 10-20
4. Expositor de congelados						
a) isleta normal en m	5,5 5-6	6,1 5,5-7	7,5 6,5-8,5	8,75 7,5-10	10,1 7,5-12	13,5 12-15
b) isleta de mayor anchura en m	3,85 2,6-4,6	4,1 3-5	5,5 4-7	6,75 4-7,5	7,75 5,5-10	8,75 6-10
c) Armarios en m	2,4 2,3-2,5	2,75 2,3-3,2	3,6 3,2-4	4,4 4-4,8	5,8 5-6,5	6,6 5,5-8
d) Cámara de congelados en m²	2,4 2-2,8	3,25 2-4,5	5 4-6	5,75 4-7,5	8,25 6-10,5	8,5 6-11
5. Estantería de frutas y verduras (2 estantes) en m	6,5 5-8	7,5 6,5-8,5	7,5 7-8	8,75 7-10,5	10 8-12	10,75 9-12,5
6. Número de cajas – a la salida	2,5 2-3	2,9 2-3	3,4 3-4	3,9 3-4	4,9 4-5	6,3 6-7
– en las secciones	0,2 0-1	0,3 0-1	0,4 0-1	0,5 0-1	1,3 1-2	1,3 1-2
7. Número carritos de compra	85 70-100	105 85-130	120 100-160	150 100-200	180 150-220	240 200-300

Aclaración: primera cifra: valores promedios
segunda cifra: valores máximo y mínimo

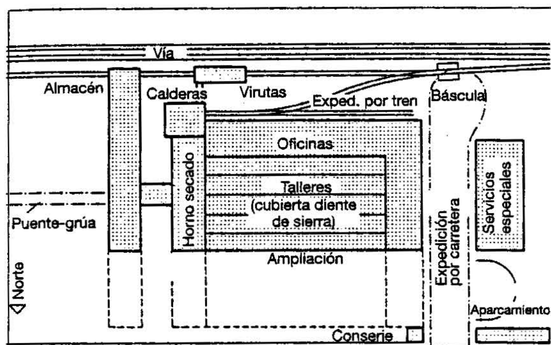
❷ Datos previos para proyectar autoservicios y supermercados



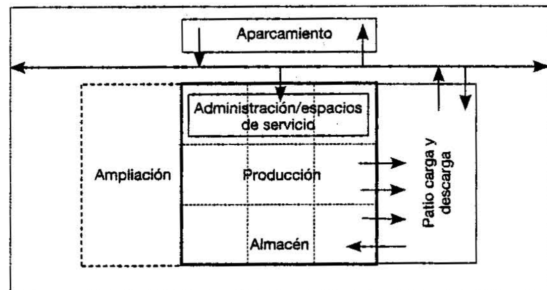
❸ Sección de los puestos de venta en un autoservicio



❶ Diagrama de planificación de una fábrica



❷ Tipología aditiva, fábrica Fagus, Alfed-an-der-Leine — Arqs.: Walter Gropius, Adolf Meyer



❸ Tipología integrada: espacio de trabajo abierto

Producto — 5 años

Diseño del producto	Lanzamiento al mercado	Crecimiento	Madurez	Saturación del mercado	Bajada

Idea	Planificación	Ejecución	Uso	Remodelación	Demolición

Edificio — 25 años

❹ Ciclos de vida de productos (arriba) y edificios (abajo)

Los **edificios industriales** sirven directa o indirectamente a la producción de bienes. Además de los **edificios de producción** propiamente dichos (para preparación, producción, empaquetado) también se consideran como tales los **almacenes** (de materias primas o productos terminados), **edificios técnicos y administrativos** e **instalaciones transportadoras.** La gama de la producción abarca desde la industria pesada de producción en serie hasta la industria ligera altamente automatizada y poco contaminante. En consecuencia, las exigencias al proyecto son muy diversas: si la nave industrial tradicional es poco más que un utillaje, también incorpora la identidad corporativa.

Distribución en planta

La distribución en planta es el fundamento clásico de los edificios industriales; en ella se definen y organizan sistemáticamente los diferentes parámetros de la instalación productora → ❶. La distribución en planta se elabora en diferentes niveles (diagrama esquemático ideal, de ensayo, localización e instalación). Uno de los resultados de la distribución en planta es el programa de espacios en forma de esquema funcional a escala de la instalación proyectada y que sirve de base para el proyecto del edificio. El edificio desarrollado según la distribución en planta es específico para los productos que en él se fabrican. En los últimos años se están construyendo cada vez más proyectos de funciones indeterminadas (p. ej., incubadoras de empresas/parques tecnológicos), de modo que el desarrollo simultáneo del producto y la instalación que lo producirá pierde valor en la distribución en planta frente a conceptos más flexibles, cada vez más importantes como fundamento del proyecto.

Conceptos básicos para el proyecto

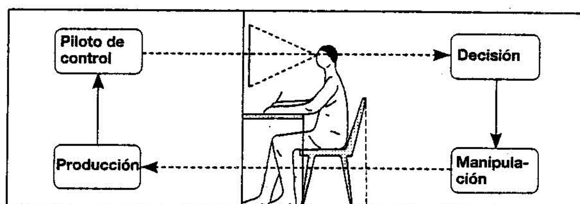
La planificación de edificios industriales está sujeta a múltiples leyes, ordenanzas, directrices, normas y prescripciones. Además de la Ley alemana de ordenación de la edificación pública → pág. 68, son sobre todo las condiciones de protección del medio ambiente, de riesgos laborales y contra incendios. A estas se suman las leyes locales y las determinaciones específicas del producto y la maquinaria.

Ciclos de vida

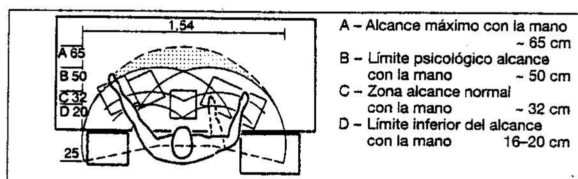
Por analogía a los ciclos de vida de un producto, la construcción de edificios industriales está sujeta a fases de vida empresariales concretas → ❹. Los ciclos de producción son cada vez más cortos (5-7 años) y contradicen así la vida útil de edificios convencionales. En consecuencia, aspectos tales como la remodelación, alquiler y valor de reventa determinan cada vez más la planificación de los edificios industriales.

Tipologías

Desde el punto de vista de la tipología, puede distinguirse fundamentalmente entre instalaciones compuestas e integradas. En las instalaciones compuestas se diseñan las unidades funcionales individuales según sus exigencias y se juntan en composiciones superficiales o lineales (con frecuencia, a lo largo de un sistema de accesos). Las unidades pueden ser ampliadas, desarrolladas y cambiadas por separado → ❷. En instalaciones integradas, las unidades funcionales se reúnen en un volumen edificado neutro → ❸.
Las ventajas de este concepto son la minimización de superficies para la circulación y la facilidad de remodelación. Las posibilidades para ampliaciones tienen que fijarse en la fase de concepción del edificio.



❶ Rendimiento humano – rendimiento mecánico



❷ Medidas directrices para la "zonas de alcance óptimo" en un puesto de trabajo, según Stier

Producción

Concentración espaciotemporal de mano de obra y utillaje (máquinas, materias primas, etc.) para la elaboración de productos y servicios. El rendimiento (trabajo/unidad de tiempo) necesario para la fabricación se denomina prestación material, y se compone del **rendimiento humano** (rendimiento físico o informativo) y el rendimiento de la maquinaria.

El ser humano y la máquina se complementan en el circuito de **producción** → ❶.

El proceso de fabricación tiene diferentes formas de producción → ❺ y se planifica en forma de diagramas de flujos → ❸.

El rendimiento humano no es constante, sino que está sujeto a múltiples factores intra e interindividuales (actividad física-fatiga-descanso, edad, sexo, salud).

En la Ordenanza alemana de seguridad e higiene en el trabajo se han resumido las exigencias generales para lugares de trabajo → ❻.

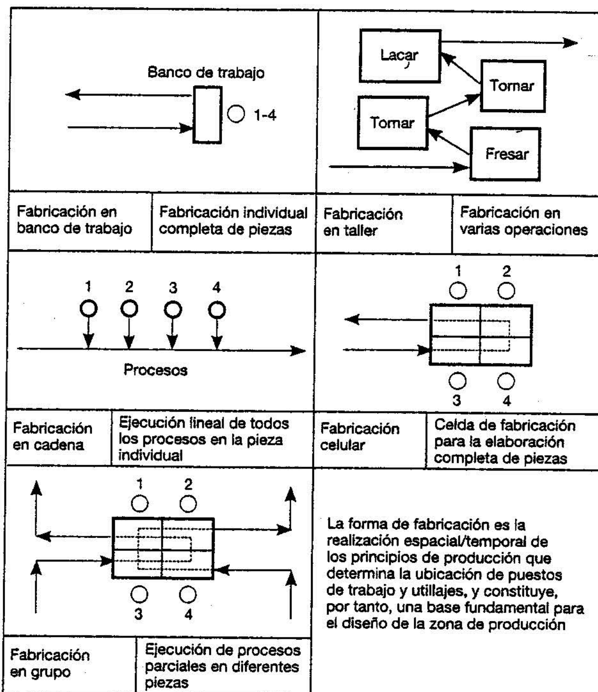
Diagr. desarrollo – Producto – Grupo trabajo – Proceso	○ ⇨ D ▽ □	Tiempo (min)	Recorrido (m)
1			
2		4	11
3		12	
4		6	
5		33	
6		4	
7		10	23
8		18	
9		10	2
10		16	

❸ Proceso de fabricación de una pieza (ejemplo)

Nº	Símbolos de planificación – Tarea	AMSE	VDI
1	Manipulación	○	+
2	Almacenaje	▽	△
3	Atrasos	D	D
4	Control	□	□
5	Transporte	⇨	>
6	Elaboración		○
7	Fabricación + control	◘	□

Los símbolos propuestos por el VDI son válidos en Alemania; aquellos propuestos por el ASME se recomiendan para las aplicaciones internacionales

❹ Símbolos de planificación



❺ Formas de producción (ejemplos)

Edificio en general	**Construcción** y **solidez** correspondiente al tipo de uso
Dimensiones de espacios de trabajo	**Superficie** y **altura libre** suficientes (dependiendo de la dimensión de la planta) para la ejecución del trabajo sin perjuicio de seguridad, salud y bienestar. **Espacio** dimensionado con relación al número de empleados y el tipo del esfuerzo físico.
Suelo, paredes, techos, cubiertas	**Superficies** que deben ser diseñadas acorde a las exigencias de la empresa y fáciles de limpiar; en los puestos de trabajo, aislamiento suficiente contra calor, frío, humedad. **Pavimento** sin desniveles para evitar tropiezos, rampas peligrosas, resistente, seguro, antideslizante. **Acristalamientos** en el entorno de puestos de trabajo marcados claramente, irrompible o protegidos; las cubiertas no transitables solo deben pisarse si se tiene el equipo de protección personal correspondiente.
Ventanas, lucernarios	Tienen que poderse abrir, cerrar, ajustar y fijar en su posición de modo seguro; no deben constituir un peligro cuando están abiertos, deben poderse limpiar sin riesgos.
Puertas, portones	**Posición, número, dimensiones** y **forma de ejecución** según tipo y uso de los espacios y zonas; puertas de vidrio irrompible o con protección contra impactos, señalización a la altura de los ojos; ejecutar **puertas de vaivén** transparentes/con vidrio; **puertas aseguradas contra desencaje y caídas; puertas bien visibles** para peatones en el entorno inmediato de portones para tráfico rodado; **puertas y portones automáticos** seguros, con dispositivos de protección automáticos, en caso de emergencia, apertura automática/manipulación manual.
Viales y circulaciones	De uso fácil y seguro (también escaleras, escalas, muelles de carga), **dimensionado** según número de usuarios y tipo de uso; en caso de vehículos en movimiento, disponer suficiente margen de seguridad para peatones; disponer suficiente distancia entre **viales para tráfico rodado** y portones, itinerarios peatonales, mesetas de escalera, etc., si es necesario, señalizar los **límites del vial.**
Recorridos de evacuación y salidas de emergencia	**Número, dimensión, ubicación** según uso, instalación, dimensiones del lugar de trabajo, al igual que número de personas asistentes; trayectos lo más cortos posible hacia **salidas al exterior**/recinto protegido; **señalización** duradera y apropiada, y en caso necesario, alumbrado de emergencia; puertas de emergencia de apertura fácil en todo momento, señalizadas de modo conveniente, practicables con el barrido de las hojas hacia el exterior, **puertas giratorias y correderas** inadmisibles en salidas de emergencia.

❻ Exigencias generales para (partes de) edificios según la Ordenanza alemana de seguridad e higiene en el trabajo (extracto)

CONSTRUCCIÓN DE NAVES

A menudo, los edificios de producción y almacén se realizan en naves de una sola planta, con grandes luces y alturas libres.

Construcciones, luces y alturas

Construcciones de madera, acero u hormigón armado con luces de 5-50 m según las necesidades funcionales (disposición de la máquinas, viales y giros de los vehículos), alturas libres de 3-6 m. Construcción maciza, de entramado o atirantada con pilares empotrados → ❶, pórticos → ❺ – ❻ o construcciones de esqueleto arriostradas con cruces de san Andrés, frecuentemente en edificios compuestos o escalonados.
La altura de la nave y las hipótesis de cargas dependen en muchos casos de las instalaciones de grúas puente → pág. 279.

Ventajas de la construcción de naves

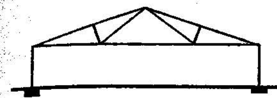
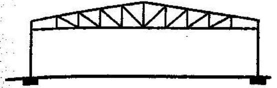
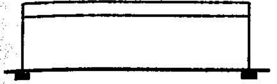
Bajos costes de construcción gracias a armaduras de cubierta ligeras y a la eliminación de estructuras complicadas para forjados; iluminación natural homogénea mediante lucernarios también en espacios de gran fondo; posibles solicitaciones del suelo elevadas, reducidas exigencias a la seguridad contra incendios, flujos de materias y mano de obra en un nivel.

Desventajas de las construcciones de naves

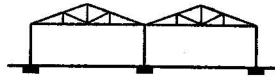
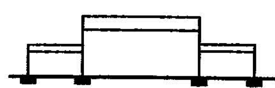
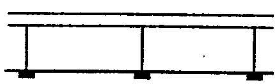
Gran consumo de superficie, relación entre superficie en planta y volumen desfavorable, comportamiento térmico desfavorable (pérdidas térmicas, calentamiento).

Iluminación, ventilación, instalaciones

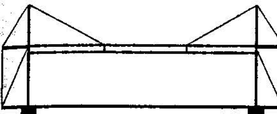
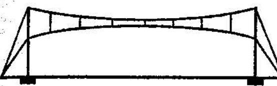
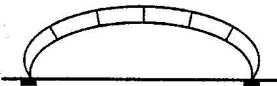
Iluminación y ventilación (extracción de calor y humos) mediante lucernarios continuos, dientes de sierra o cúpulas transparentes en la construcción de la cubierta → ❼ – ⓬, al igual que mediante ventanales horizontales corridos en la fachada.
La calefacción normalmente es por aire (central/individual) o radiante (calefacción temporal de áreas aisladas).

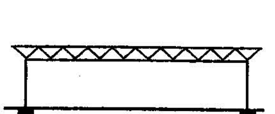
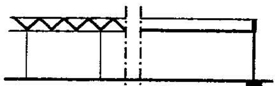
❶ Viga de un vano: atirantada, de celosía, de alma llena

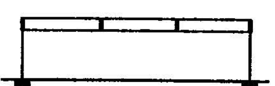




❷ Sistemas de varios vanos: adición, escalonamiento, viga continua

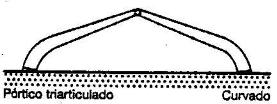




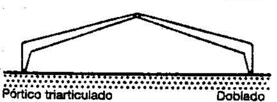
❸ Tirantes, estructuras atirantadas, construcciones neumáticas

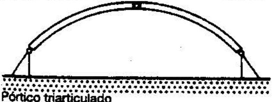





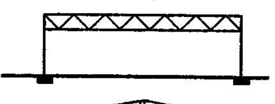
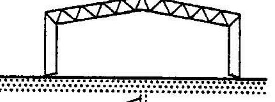
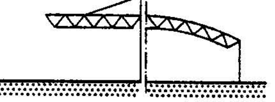
❹ Estructura espacial, placa plegada, emparrillado



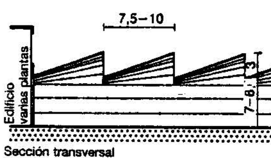


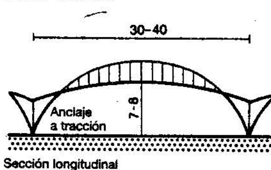


❺ Estructura de madera laminada

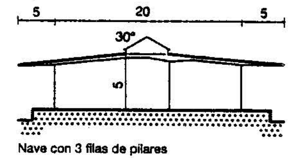




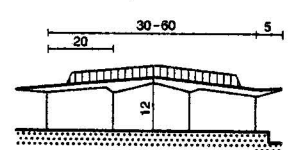
❻ Sistemas sencillos para naves, la geometría de las mallas espaciales permite varias posibilidades





❾ Cubierta abovedada





❿ Nave con lucernario transversal y pórticos en voladizo

Pórtico biarticulado

Pórtico triarticulado

❼ Estructura de madera laminada con lucernario en la cumbrera

lucernario

Doble marquesina con lucernario corrido

Cubierta de pares cruzados sobre pilares atirantados

❽ Cubierta de pares cruzados sobre pilares atirantados

Acristalamiento vertical (45°, 60°)

Acristalamiento autoportante

⓫ Naves con acristalamiento en los dientes de sierra

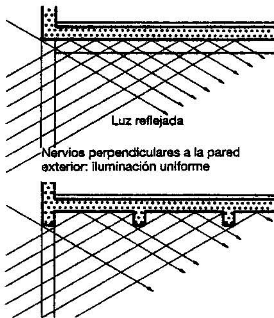
Luz
Edificio de varias plantas
3
5-7,5 — 5-7,5
3-4 dientes sierra autoportantes
4-6
Sección transversal

Luz
Edificio varias plantas
3
Hasta 50 m se puede realizar sin pilares intermedios
4-6
Sección longitudinal

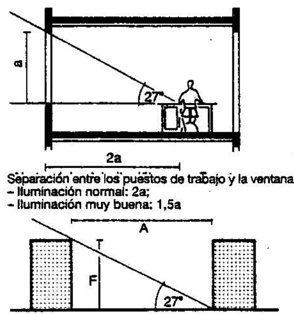
⓬ Sección longitudinal cubierta en diente de sierra con jácenas transversales de celosías en la superficie acristalada

Industria
Oficios

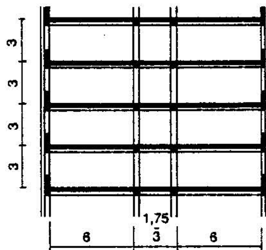
INDUSTRIA
Generalidades
Construcción de naves
Construcción en altura
Transporte
Tecnología del almacenamiento
Espacios de servicio
Ejemplos



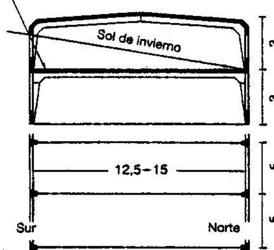
❶ Nervios paralelos a la pared exterior: reflexión desigual, iluminación más débil



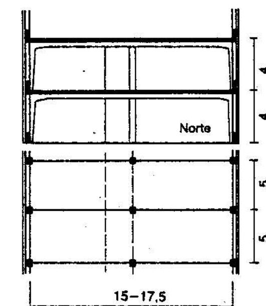
❷ Separación adecuada entre edificios para conseguir una buena iluminación interior



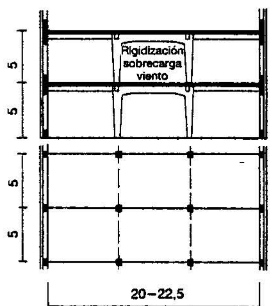
❸ Profundidad de los pisos dada la altura de las plantas



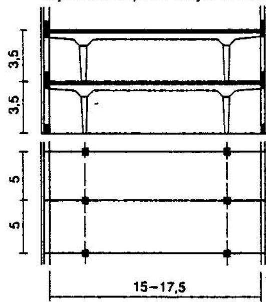
❹ Plantas diáfanas sin pilares intermedios



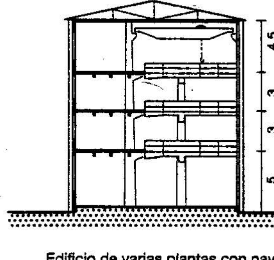
❺ La hilera intermedia de pilares permite situar a su lado un pasillo central, dejando el espacio mayor a norte



❻ Los pórticos de varios vanos presentan ventajas estructurales, pero suelen disminuir el aprovechamiento del espacio interior



❼ Espacios más profundos con 2 hileras intermedias de pilares de rigidización. Pilares de fachada articulados



❽ Edificio de varias plantas con naves adosadas y equipadas con puentes grúa. Simultáneamente sirve para transportar género a los balcones en voladizo de plantas superiores

Los lugares de producción pueden organizarse por razones urbanísticas y empresariales en varias plantas superpuestas. Este tipo de edificios es especialmente apto para cervecerías, papeleras, almacenes, etc., donde primero se transportan los materiales a las plantas superiores y más tarde bajan por gravedad a las plantas inferiores. También sirven para empresas electrónicas, mecánica de precisión y otros sectores de la industria ligera.

Ventajas y desventajas de la construcción en altura

Tipo de edificación compacta y de bajo consumo de superficie, pero cara; solicitaciones por cargas de forjados limitadas, tramos cortos para instalaciones gracias a la posibilidad de comunicar en vertical, gastos operativos económicos, ventilación simple, buena iluminación lateral.

Construcciones, luces, alturas

Las alturas de los espacios deberían fijarse con relación al fondo del edificio y las dimensiones de los espacios de trabajo (valor orientativo: 3 m para espacios mayores de 100 m²).

Es recomendable una relación de 2/1 (fondo/altura) en edificios de fábrica de múltiples plantas con ventanas sin dinteles visibles (las zonas de circulación en el eje central del edificio no computan) → ❶. Las profundidades edificadas rentables son de 12 a 15 m (3 m de altura libre en los espacios) para espacios diáfanos sin pilares → ❸ – ❹, 15 o 17,5 m (4 m altura libre) con uno o dos pilares intermedios → ❺, 15 o 17,5 m (4 m altura libre) con uno o dos pilares intermedios → ❻.

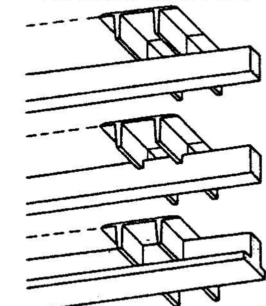
Iluminación

En el caso de que solo tenga una fachada, los edificios de varias plantas deberían orientarse al noreste, con dos fachadas en dirección este-oeste y las ventanas al norte y sur, pues el sol de verano penetra poco en los espacios y puede protegerse fácilmente con parasoles (posibilidad de toldos continuos accionados por motor), mientras que en invierno el espacio recibe un sol agradable (sin sombras molestas en los espacios de trabajo) → ❹. Por tanto, la distancia de las superficies de trabajo a la ventana debería ser el doble de la altura libre del hueco de luz → ❷.

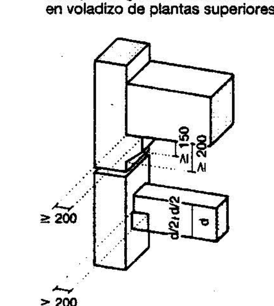
En el lado norte pueden colocarse las escaleras y los sanitarios (ambiente fresco).

Los edificios de varias plantas aislados y con separaciones del doble de su altura (asoleo de la planta baja = 27°) ofrecen una iluminación óptima → ❷; entremedias se pueden disponer edificios bajos con lucernarios.

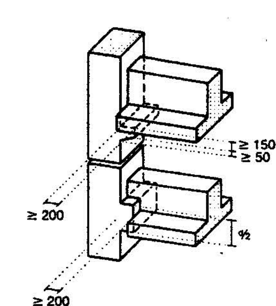
Valores aproximados para la superficie de ventanas: 1/10 de la superficie en planta de espacios de hasta 600 m² (ASR 7/1, → pág. 275), para tareas minuciosas, 1/5 de la superficie en planta. En espacios de gran profundidad es conveniente una difusión de la luz entrante (pantallas, lamas, vidrios difusores, etc.); en este caso es importante considerar la orientación del envigado → ❶ – ❷.



❾ Forjados reticulares, nervios con perfil en doble T (TT)



❿ Apoyo de las viguetas de sección rectangular en las jácenas



⓫ Viguetas de sección en T invertida (⊥)

b (módulo)

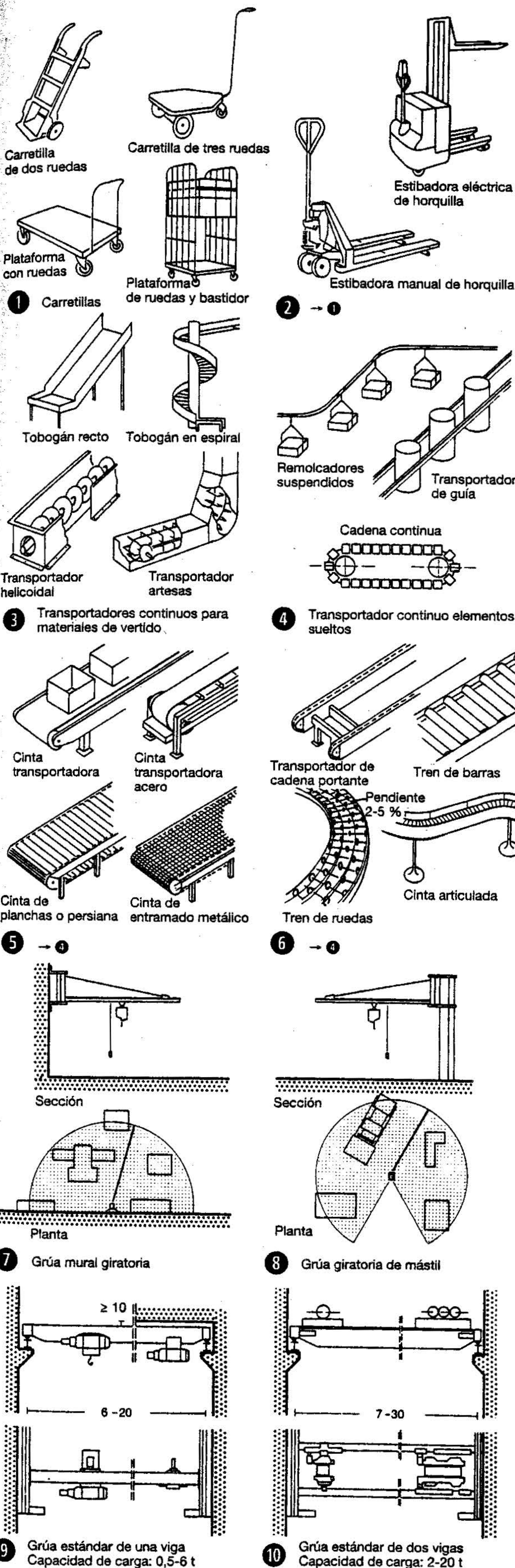
d

b/d	100	120	140	160	180	200	220	240
2400	Medidas adaptadas para PF-90							

b, d, d_e, d_R, 1:20, 1:20, b_R, b_R

dR		300	400	500	600	700
b·	T_{crit} > 450 °C	190	180	170	160	150
	T_{crit} 350-450 °C	230	220	210	200	190
d	≥ 60 en montajes para F90-A					
	≥ 100 en montajes para F90-A					
	≥ 50 para eficacia estática Capas estructurales de hormigón in situ para perfiles TT F90-A					

⓬ Forjados reticulares, nervios con perfil en doble T (TT)



❶ Carretillas

❷ → ❶

❸ Transportadores continuos para materiales de vertido

❹ Transportador continuo elementos sueltos

❺ → ❹

❻ → ❹

❼ Grúa mural giratoria

❽ Grúa giratoria de mástil

❾ Grúa estándar de una viga Capacidad de carga: 0,5-6 t

❿ Grúa estándar de dos vigas Capacidad de carga: 2-20 t

El transporte es un proceso parcial del flujo de materiales. La planificación del transporte es la definición de las relaciones o tareas de transporte dentro del flujo de materiales, así como la planificación de las comunicaciones con los almacenes → pág. 280.
Conceptos fundamentales de la planificación de transportes son:
Unidad de carga (material, unidad de transporte),
capacidad de transporte (cantidades, tiempos, plazos),
tipo de transporte (recorrido de los caminos de transporte) y medios de transporte.
Medios de transporte (también: transportadores) son instalaciones técnicas para el transporte directo e indirecto de bienes.
Según el sistema de transporte, se distingue entre transportadores de acción continua, discontinua o periódica:

Transportadores de acción continua

Son instalaciones mecánicas, hidráulicas o neumáticas con recorridos de transporte definido (fijo o móvil) en los que el material se mueve de forma continua (de modo homogéneo, al compás o con velocidades variables) entre los lugares de carga y descarga. Los transportadores continuos se prestan sobre todo para mover cargas idénticas sobre un itinerario definido, alto grado de automatización y gran capacidad de transporte contrastan sin embargo con altos costes de inversión y poca capacidad de adaptación.
Entre los transportadores de acción continua figuran: transportadores de banda → ❺, transportadores de rodillos o cadenas → ❻, transportador de tornillo sin fin, de tobogán → ❸, transportadores aéreos y de guía, sistemas de transferencia → ❹, transportadores por presión succión (sólidos a granel y líquidos), transportadores de cangilones de volteo y elevadores de cangilones.

Transportadores de acción periódica

Están sometidos a un modo de trabajo discontinuo. Se distingue entre sistemas de transportadores a nivel de suelo y elevadores (sobre todo, grúas).

Transportadores a nivel de suelo

Funcionan de modo manual o mecánico, generalmente sin raíles, para alturas de paletizado de hasta 6 m, en casos excepcionales, hasta 10 m. Las ventajas son costes bajos para la instalación y buena aptitud para recorridos medianos entre múltiples estaciones de carga y descarga en vial llano.
Entre los transportadores a nivel de suelo figuran: transportadores manuales, carritos plataforma, transpalés manuales y carretillas elevadoras de horquilla → ❶ - ❷ → pág. 281.

Grúas

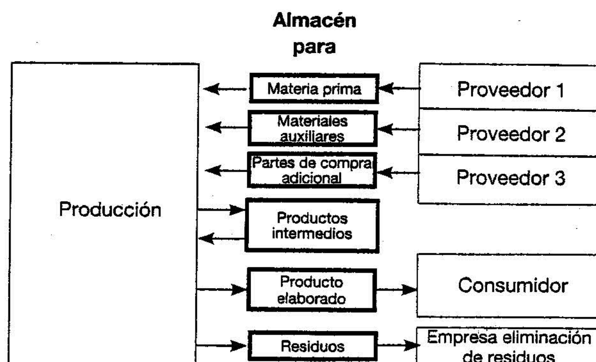
Son aparatos elevadores para mover en vertical cargas grandes y pesadas. Movilidad adicional en horizontal se consigue mediante carros de pluma o polipastos en raíles aéreos → ❾ - ⓬. Grúas giratorias → ❼ - ❽ facilitan la elevación de cargas sobre cualquier punto de una superficie determinada.

0,6 5-30 0,6
1,4 1,8
Grúa estándar móvil de dos vigas
1 Cabina de mando cerrada
2 Cabina de mando abierta
≥ 0,4 ≥ 0,1 ≥ 0,1 ≥ 0,1 ≥ 2 ≥ 0,5 ≥ 0,4

⓫ Grandes puentes grúa y distancias de seguridad

≥ 0,4 ≥ 0,5 ≥ 1,8 ≥ 0,1 a C G ≥ 0,4 ≥ 0,4 ≥ 0,5 ≥ 1,8 Hu Hs

⓬ Distancias de seguridad para grúas móviles con cabina de mando

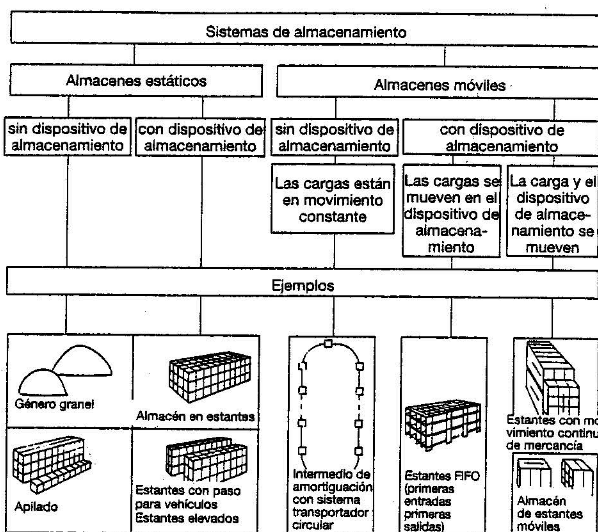


❶ Almacén como amortiguador entre mercado y fabricación (según: Führer, Störmer, *Industriebau*, pág. 161 [1])

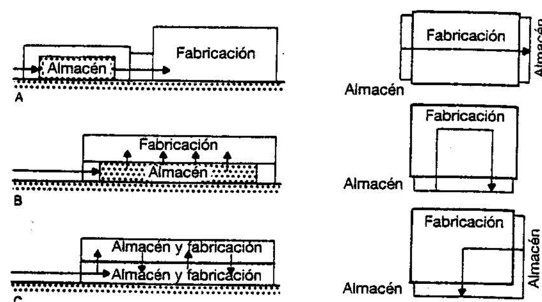
Generalidades

El almacenamiento es un proceso parcial del flujo de materiales y el amortiguador logístico entre la producción y el mercado → ❶. El almacenamiento genera grandes gastos y, desde el punto de vista empresarial, no crea valor añadido, por lo que se intentan minimizar los plazos a las cantidades de almacenamiento mediante producción flexible o fundir en la medida posible el transporte y almacenamiento de materiales y bienes.

Para ello, según los casos y las mercancías a almacenar, puede recurrirse a numerosos sistemas de almacenamiento estáticos y móviles, con ventajas e inconvenientes específicos → ❷. Además, la organización espacial de los diferentes almacenes en el proceso productivo puede resolverse de diferentes modos → ❺.



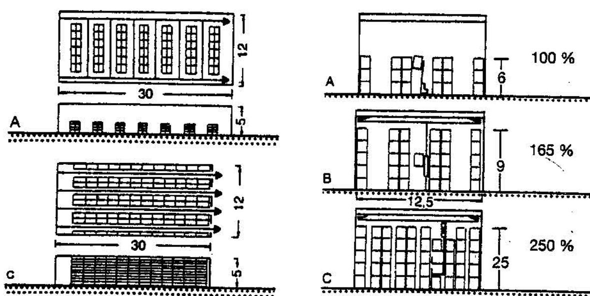
❷ Clasificación de los sistemas de almacenamiento (selección)



❺ Relación entre el flujo de materiales y los puntos fijos



❻ Ventajas de almacenamiento centralizado y descentralizado



❸ Comparación de las posibilidades de uso de una nave almacén

Viales entre instalaciones de almacenamiento	
Peatones	mín. 1,25 m
Peatones y carretillas elevadoras de horquilla automáticas	anchura del vehículo + 2 × 0,5 m
Anchura de pasillo entre estantes	
con transpalés manuales	mín. 0,75 m
con carretilla elevadora (horquilla móvil)	anchura de carretilla + 2 × 0,5 m
con carretilla elevadora (horquilla fija)	carretilla + horquilla + 0,5 m
Altura de los estantes (según mercancías almacenadas)	
Almacén de estanterías manuales una planta (dos plantas)	hasta 3 m (hasta 6 m)
Almacén paletizado con funcionamiento de carretilla elevadora	hasta 6 m
Almacén de estantes elevados con apiladora de horquilla	hasta 9 m
Almacén de estantes elevados con grúa apiladora	hasta 25 m

❼ Dimensiones básicas para almacenes (según normativas alemanas)

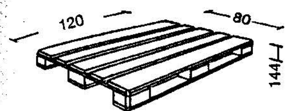


❹ Soluciones alternativas para la preparación de pedidos

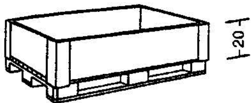
Preparación de pedidos (*picking*)

Se entiende por preparación de pedidos (o *picking*) la selección y el embalaje para su envío de artículos del almacén que pertenecen a un pedido. Se distingue el *picking* en una fase (específico del pedido) y en dos fases (con zona de preparación intercalada para el almacenaje intermedio y la clasificación de los artículos de varios pedidos).

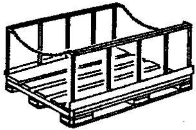
El proceso funciona de modo flexible, sin o con ayuda técnica simple, según sistema "hombre va a mercancía" → ❹, imagen 1, o con mejor rendimiento, mediante transportadores semiautomáticos o automáticos e infraestructura compleja según sistema "mercancía va a hombre" → ❹, imágenes 2 y 3.

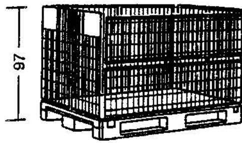


Palé plano
(DIN 15141, RAL RG 993)

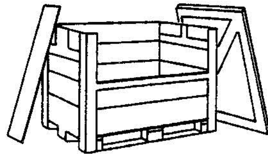


Palé plano con realce
(DIN 15148/49)


Palé plano con tubos de apilamiento



Cajas de palés de malla plegables
(DIN 15155)


Box-palé con tapa y laterales abatibles
(DIN 15142)

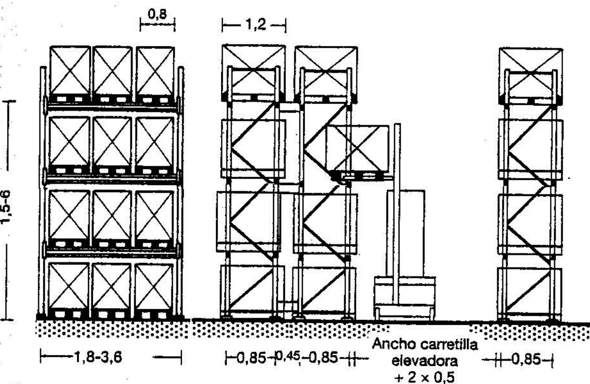
❶ Palés y accesorios

Dispositivos de almacenamiento

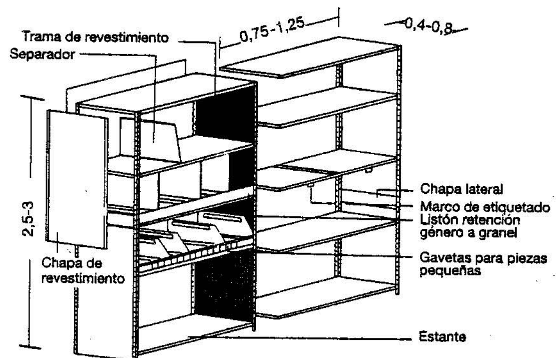
Los dispositivos de almacenamiento sirven agrupar los bienes en unidades de carga para el aprovechamiento máximo del espacio y la capacidad de transporte, al igual que para evitar transbordos. Los dispositivos de almacenamiento más populares son **cajas modulares apilables** de chapa de acero y plástico, palés (planos, con realces y sus accesorios) y, cada vez más, **contenedores**

Para simplificar el transporte internacional se desarrolló, dentro del marco europeo, el **palé estándar de transporte** (europalé: 800 × 1.200 × 144 mm) con diferentes realces para el apilamiento → ❶. Los palés normalizados pueden intercambiarse sin transbordar la carga. Se han desarrollado diferentes órdenes de modulación para embalajes, transportes y almacenamiento partiendo de las dimensiones del europalé.

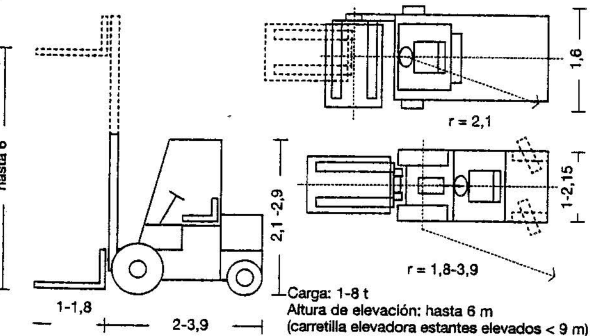
Debido al uso variopinto y la fuerte solicitación, los dispositivos de almacenamiento están sujetos a múltiples exigencias de calidad (DIN 15141 y ss., DIN EN 13382, DIN EN ISO 445, RAL RG 993).



❷ Estante de paletizado con carretilla elevadora (horquilla móvil), alzado y sección



❺ Estantería de baldas rectas Sistema Fa. Hofe



❸ Carretilla elevadora con horquilla fija y móvil, alzado y sección

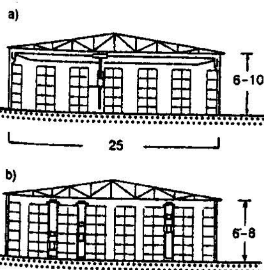
Sistemas de almacenamiento

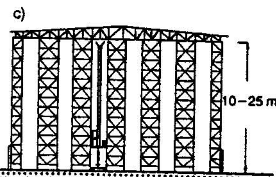
A la hora de planificar un almacén es de decisiva importancia la elección del sistema físico de almacenamiento, que depende de la calidad, cantidad, peso y frecuencia de cambio de lugar de la mercancía almacenada, al igual que de la organización del almacén y los medios de transporte. Los sistemas de almacenamiento están sujetos a múltiples normativas.

El sistema tradicional de almacenamiento en naves industriales es la **estantería de plataformas o baldas rectas** → ❺ como estantes para pequeñas piezas, que se cargan y descargan a mano. La ejecución se realiza con sistema de unión con tornillos o clavijas (p. ej., angulares ranurados), estantes de chapa de acero, paños de rejilla, cajones o puertas. Son razonables hasta una altura de unos 4,5 m (con nivel intermedio transitable) y cargas de hasta 250 kg/balda.

Para solicitaciones mayores o más altura se prestan los estantes de palés en sistemas modulares con perfiles en U y doble T. Se han impuesto distancias entre soportes de aprox. 2,8 m (adecuadas para tres europalés adosados). Si se utilizan carretillas elevadoras, las alturas apropiadas llegan a 6 m → ❷. Las anchuras de los pasillos de servicio se rigen por las dimensiones y los tipos de la carretilla utilizada (horquilla fija, horquilla móvil) y las exigencias de la normativa alemana sobre este tema (anchura de vehículo + 2 × 50 cm) → ❸.

Para conseguir grandes densidades de mercancía se realizan a menudo **almacenes de estantes elevados** completamente automatizados y situados en lugares alejados del de producción, con grúas de apilamiento especiales, giratorias y hasta 25 m de altura. Los comercializan empresas especializadas, generalmente en forma de sistemas integrales (estantes y envolvente).



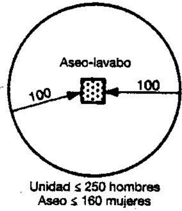


❹ a) Almacén universal con grúa apiladora, b) Nave almacén con estantes para paletas fijos, c) Instalación de estantes elevados

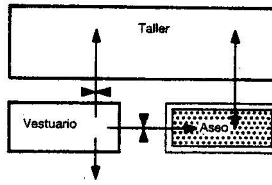
Industria
Oficios

INDUSTRIA
:neralidades
onstrucción de naves
onstrucción en altura
Transporte
:nología del cenamiento
Espacios de servicio
Ejemplos

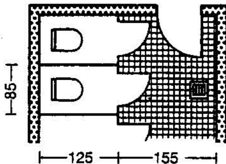
pág. 275 ❼

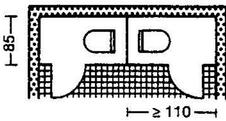


❶ Ámbito de influencia

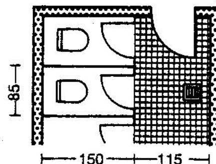


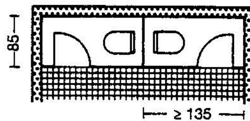
❷ Situación de los inodoros



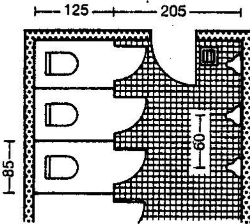


❸ Inodoros con puerta de abertura hacia fuera

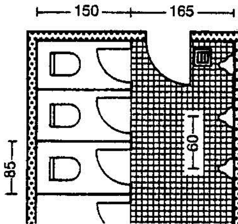




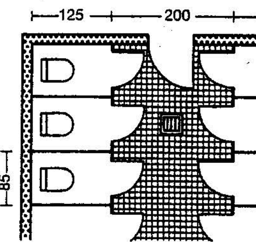
❹ Inodoros con puerta de abertura hacia dentro



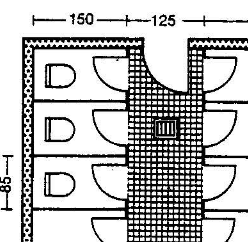
❺ Con puerta de abertura hacia fuera y urinarios



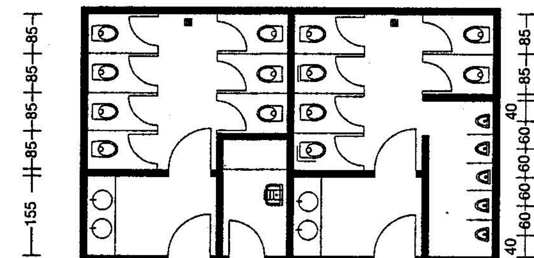
❻ Igual que → ❺ con puerta de abertura hacia dentro



❼ Inodoros enfrentados con puerta de abertura hacia fuera



❽ Con puerta de abertura hacia dentro



❾ Instalación sanitaria para 100 personas (mujeres y hombres, respectivamente), ejemplo

Aseos

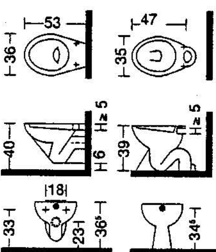
Los aseos deben instalarse a una distancia del lugar de trabajo no superior a 100 m y, si no hay escaleras mecánicas, como máximo a un piso de diferencia. Además deben preverse aseos en el entorno de locales de descanso, de salas de guardia, locales de aseo y vestuarios → ❶. En caso de más de cinco empleados, deben disponerse con separación por sexos. El número necesario de retretes se determina con relación al número de empleados → ❿; las dimensiones y la distribución están representadas en las imágenes → ❸ – ⓫; los aseos sin barreras arquitectónicas se han de disponer según DIN 18024-2 → pág. 33 y ss.

Los retretes están compuestos por un **vestíbulo** con lavabo (mínimo un lavabo por cada cinco inodoros) y un **espacio completamente cerrado** con un inodoro como mínimo, a no ser que el aseo solo contenga un inodoro y no comunique con los locales de trabajo, de descanso, vestuarios, lavabos o sala de primeros auxilios. Las cabinas de los retretes tienen que poderse cerrar; en caso de utilizar particiones ligeras (cabinas no cerradas completamente), estas tendrán una altura mínima de 1,9 m y una separación del suelo de 10-15 cm. Los urinarios deben estar situados de modo que se impida la visibilidad desde el acceso. Un retrete no debería contener más de diez cabinas y diez retretes. En caso de **ventilación natural**, deben cumplirse las secciones mínimas para huecos de ventilación: 1.700 cm²/inodoro, 1.000 cm²/urinario, para ventilación a través de ventanas en un único lado; 1.000 cm²/inodoro, 600 cm²/urinario, en caso de poderse establecer una corriente de aire (patinejo de ventilación y ventanas en el lado opuesto).

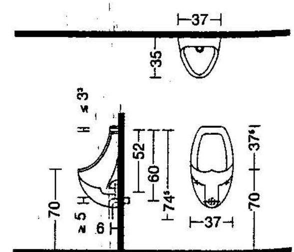
Las instalaciones de ventilación deben dimensionarse con 30 m³/inodoro y 15 m³/urinario (en total una renovación del aire por hora cinco veces mayor como mínimo).

Hombres							Mujeres					
Número de empleados	Inodoros	Urinarios	Canalón colectivo en m	Urinarios	Inodoros adicionales	Urinarios adicionales	Número de empleadas	Inodoros	Lavamanos	Inodoros adicionales	Cubos basura	Vertederos
10	1	1	0,6	1	1	1	10	1	1	1	1	1
25	2	2	1,2	1	1	1	20	2	1	1	1	1
50	3	3	1,8	1	1	1	35	3	1	1	1	1
75	4	4	2,4	1	1	2	50	4	2	2	1	1
100	5	5	3	2	1	2	65	5	2	2	1	1
130	6	6	3,6	2	2	2	80	6	2	2	1	1
160	7	7	4,2	2	2	2	100	7	2	3	1	1
190	8	8	4,8	2	2	3	120	8	3	3	1	1
220	9	9	5,4	3	3	3	140	9	3	4	1	1
250	10	10	6	3	3	4	160	10	3	4	1	1

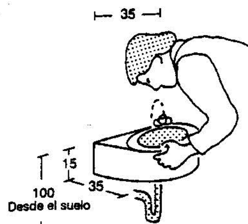
❿ Grandes instalaciones de lavabos → pág. 275 ❼



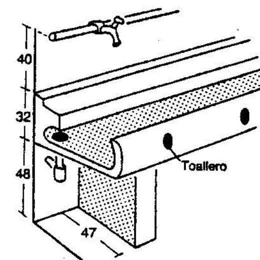
⓫ Inodoro colgado-apoyado



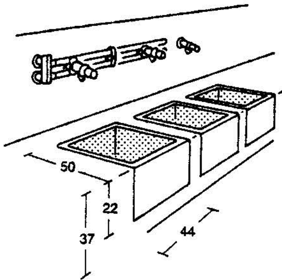
Urinario



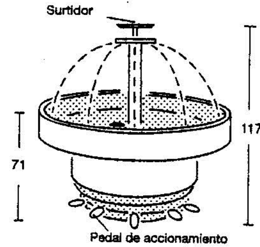
1 Fuente-surtidor para beber. Accionamiento con palanca manual, a menos de 100 m del puesto de trabajo



2 Lavamanos corrido, sistema Rotter



3 Dispositivo para lavarse los pies



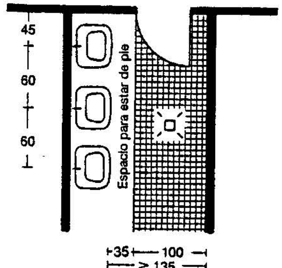
4 Lavamanos tipo fuente. Ocupa un 25% menos de sitio que el sistema lineal → 2 – 11

Locales de aseo

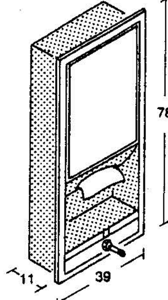
Locales de aseo que sirven para actividades que manejan sustancias tóxicas o muy irritantes para el olfato o con exposición al calor o humedad. Locales de aseo y vestuarios → pág. 285 tienen que ser accesibles fácilmente los unos desde los otros.

Por cada **cuatro trabajadores** (cinco en caso de actividades moderadamente sucias) debe preverse un lavabo; dimensiones y distribución → 9 – 16, dimensionado según el turno con más personal.

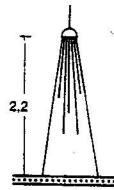
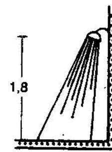
Los locales de aseo especiales para personas con discapacidad deben estar equipados según DIN 18024-2 → pág. 33 y ss. Equipos de aseo autorizados; lavabos (lavabo continuo, pilas y fuentes) y duchas. Lugares de lavabo, anchura × fondo mínimo 70 × 55 cm, canto superior 70-80 cm sobre suelo, equipamiento con toallero, jabonera, toallas desechables y papeleras. Prever como mínimo una **ducha**; en caso de actividades muy sucias: el 30 % de los aseos con ducha; en actividades con sustancias tóxicas o muy irritantes para el olfato: una ducha por cada cuatro trabajadores; por cada diez lavabos: una **pila para el lavado de pies**. En caso de **ventilación natural**, deben cumplirse las secciones mínimas para huecos de ventilación: 400 cm²/m² superficie en planta para ventilación a través de ventanas en un único lado; en caso de poderse establecer una corriente de aire mediante ventanas opuestas, 120 cm² (80 cm² en el caso de patinejos) para ventilación y extracción respectivamente, las **instalaciones de ventilación** deben dimensionarse para una renovación del aire de diez veces por hora como mínimo.



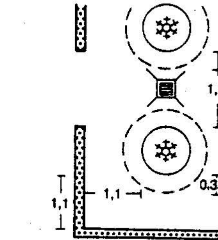
5 Piletas para lavarse los pies



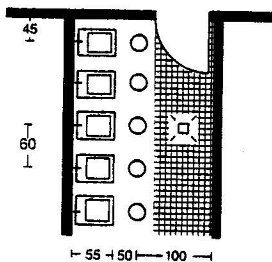
6 Expendedor de toallas de papel, papelera y expendedor de jabón

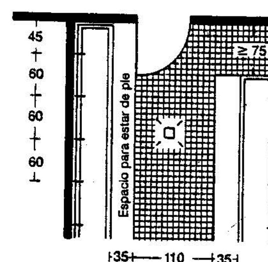
7 Altura libre de las rosetas de ducha



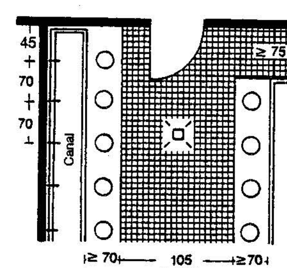
8 Espacio necesario en las duchas



9 Lavamanos

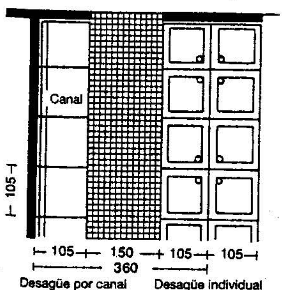


10 Piletas para lavarse los pies

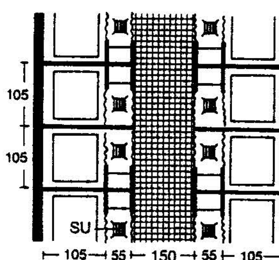


11 Canal para lavarse los pies

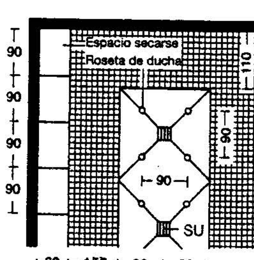
12 Piletas para lavarse los pies



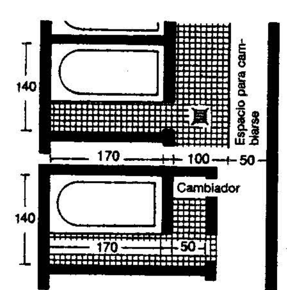
13 Duchas semiabiertas



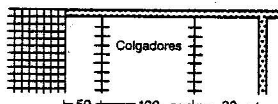
14 Duchas individuales con espacio para cambiarse



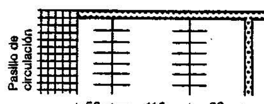
15 Duchas abiertas con espacio para secarse



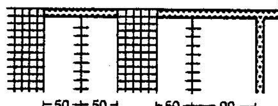
16 Bañeras



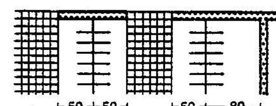
❶ Vestuarios con ganchos para colgar la ropa



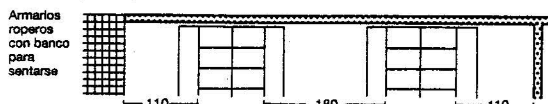
❷ Vestuarios con percheros

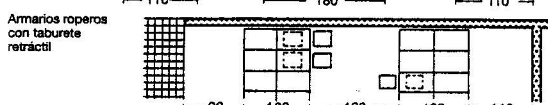


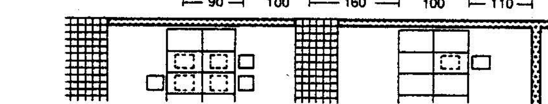
❸ Vestuarios con ganchos para colgar la ropa, autoservicio



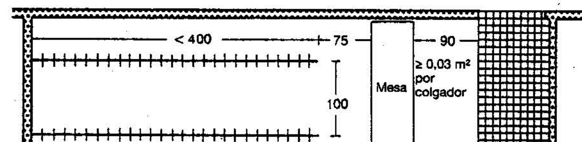
❹ Vestuarios con perchas



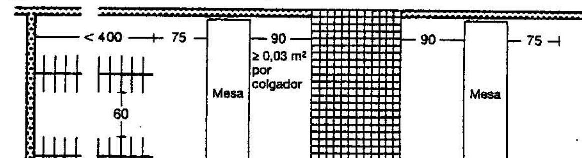




❺ Dimensiones mínimas de los vestuarios



❻ Guardarropa a un lado con colgadores



❼ Guardarropa a ambos lados con colgadores

Vestuarios, guardarropas

Los vestuarios son cuartos que sirven para cambiarse y guardar la ropa de calle y de trabajo de los empleados.

Los vestuarios son necesarios cuando los empleados llevan ropa de trabajo y no puede exigírseles que se cambien de ropa en otros espacios.

Por lo tanto, deberían estar situados entre la entrada de personal y los puestos de trabajo, y ser accesibles a través de recorridos cortos. Los aseos y los vestuarios en espacios separados tienen que comunicarse entre sí fácilmente. Los vestuarios tienen que planificarse con dimensiones adecuadas al número de personas que los usan simultáneamente, y contar con superficie suficiente para vestirse sin inconvenientes. Si no puede incluirse un vestuario por empleado, se instalará una taquilla con cerradura para guardar la ropa y efectos personales para cada empleado → ⓭ - ⓮.

Se han de separar los vestuarios de hombres de los de mujeres, no existirán corrientes de aire y estarán protegidos visualmente.

Los vestuarios deben estar equipados con asientos y muebles que se puedan cerrar con llave para guardar la ropa de cada empleado, contenedores de basura, espejos y, en su caso, una máquina limpia zapatos.

Es preferible situar las filas de armarios y bancos en perpendicular a la fachada. A ser posible, los antepechos de las ventanas han de tener la altura de los armarios.

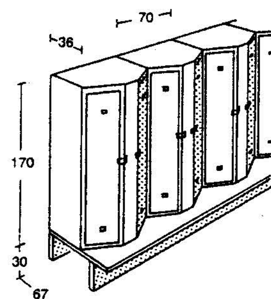
Dimensiones mínimas para vestuarios → ❶ - ❻.

Anchura de paso entre vestuarios→ ❽.

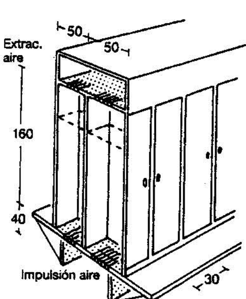
Número de personas			Anchura a_p 1)
1	hasta	5	0,88
2	hasta	20	1
3	hasta	100	1,25
4	hasta	250	1,75
5	hasta	400	2,25

1) dimensiones obligatorias

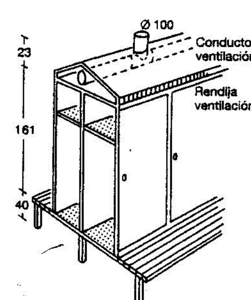
❽ Anchura de los pasillos (según DIN 18228)



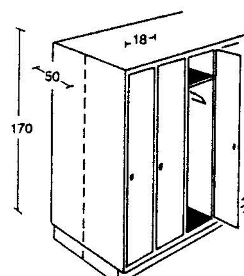
❾ Armarios roperos de forma trapezoidal, sistema Rotter



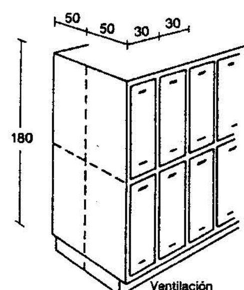
❿ Dos hileras de armarios roperos ventilados y bancos para sentarse



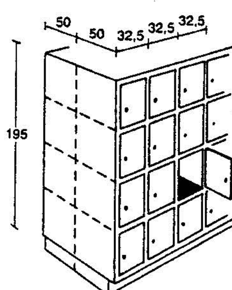
⓫ Armarios roperos con cubierta inclinada y conducto de ventilación



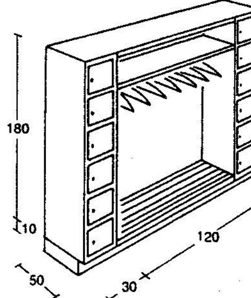
⓬ Armario guardarropa estrecho



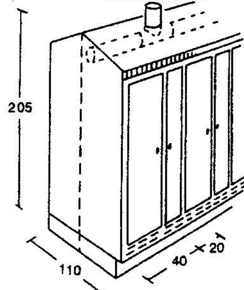
⓭ Hilera doble de armarios



⓮ Armario de taquillas



⓯ Armario de taquillas y guardarropa abierto



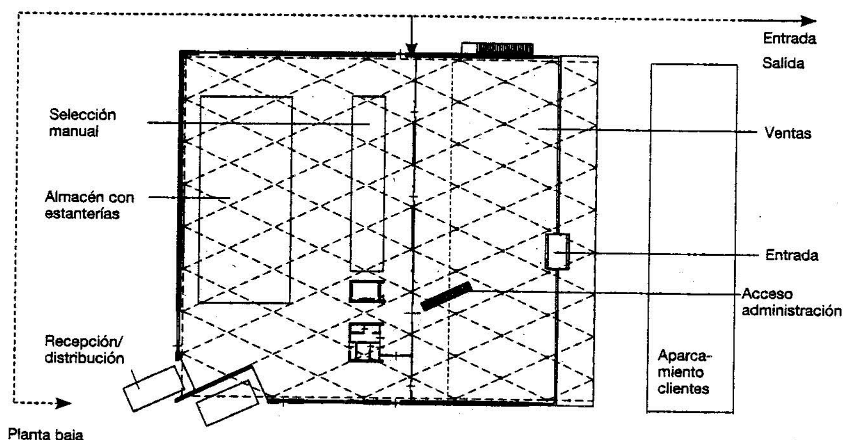
⓰ Armario ropero de dos hojas (20 y 40 cm) para la ropa de calle y la ropa de trabajo

Administración (2ª fase)
Preparación de pedidos/*picking*
Empaquetado
Salida mercancías
Administración (1ª fase)
Cascada
Estanque para los *sprinklers*
Almacén de estantes elevados
Aparcamiento
Lago natural
Puente
Recepción mercancías
Comedor de empresa
Vía de materiales
Garita control de acceso principal
Producción
Central de energía
Administración
Locales descanso personal

Plano de situación E 1:4.000

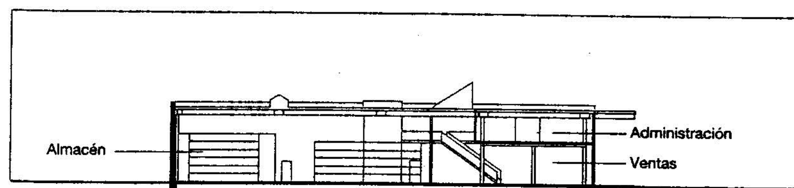
❶ Fábrica B. Braun Melsungen AG, Pfieffewiesen

Arqs. (1ª fase): James Stirling, Michael Wilford and Associates (en colaboración con Walter Nägeli)
Arqs. (2ª fase): Wilford Schupp Architekten GmbH



❷ Nave industrial Hülden GMBH, Düren

Arqs.: Kister Scheithauer Gross



❸ Sección → ❷

E 1:1.250

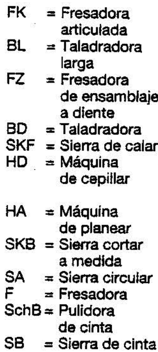
Instalación industrial compuesta → ❶:

Las unidades funcionales (administración, producción, aparcamiento, almacén de estantes elevados, preparación de pedidos/*picking* y salida mercancías) se han desarrollado según exigencias y con edificios independientes pero agrupados en un espacio paisajístico que emula a la naturaleza.

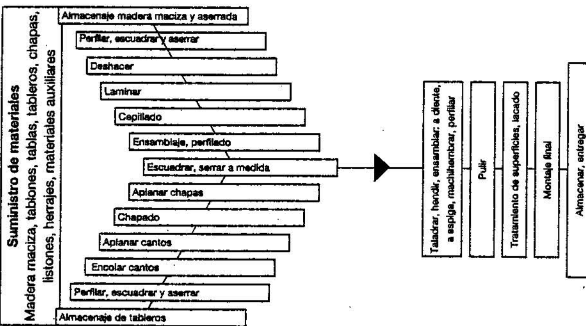
La comunicación de las unidades se realiza a través de un sistema de accesos en forma de pasarela (vía de materiales, puente de acceso).

Instalación industrial integrada → ❷:

Nave almacén, zona de ventas y administración representativa en dos plantas, al igual que la recepción de mercancías en la parte trasera, incluidos en un volumen cúbico formado por una estructura de acero diáfana (luz 40 m), con entramado en rombos sobre pilares empotrados que sobresalen en voladizo por el lado del acceso, al igual que el entrevigado de madera, que también forma rombos.



❶ Relaciones entre las diferentes zonas y herramientas de una ebanistería. El grosor de línea es una medida de la circulación en el interior del taller



❷ Proceso de trabajo

Desarrollar las naves longitudinalmente → ❸ es, en general, más rentable (mejor aprovechamiento del solar, recorridos más cortos en procesos de fabricación mixtos, conductos de instalaciones más cortos, iluminación cenital). Las plantas superiores no son recomendables para los procesos de fabricación, son más adecuadas para oficinas, salas auxiliares, almacenes pequeños, chapados valiosos.

Sistemas constructivos predominantes: entramados estructurales de acero, hormigón armado o madera. Paredes y techos de grandes elementos prefabricados con un buen aislamiento térmico y acústico. Ventanas, generalmente fijas, de vidrio aislante, con una reducida parte de la superficie acristalada practicable para ventilar.

Espacios necesarios: en los ejemplos reproducidos, un promedio de 70-80 m² por empleado (sin almacenes al aire libre).

Proceso de trabajo, por lo general: en pequeños talleres de hasta aprox. 10 empleados: en los talleres medianos, con más de 10 empleados: es más fluido la U y el círculo (cuadrado). En este último caso, se incluyen las siguientes funciones: acceso, carga y descarga, rampa, supervisión, control, recepción, envío.

Proceso de trabajo: almacén de madera, aserradero, cámara de secado, cuarto de máquinas, sala de bancos de trabajo, tratamientos de superficies, almacén, empaquetado. Separación entre cuarto de máquinas y sala de bancos de trabajo; pared con puertas.

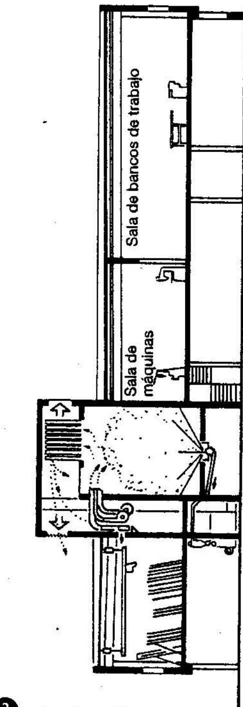
Oficina de encargado y de administración; acristaladas con vistas al taller. Suelo del taller: madera, tarima a testa o madera petrificada (xilolita). Todos los puestos de trabajo han de colocarse de cara a la luz. Ventanas corridas y antepechos altos (1-1,35 m).

Para eliminar las virutas, el serrín y el polvo de pulir es necesario, en casi todos los casos, y por motivos sanitarios y económicos, incluso en los talleres pequeños, un dispositivo de extracción.

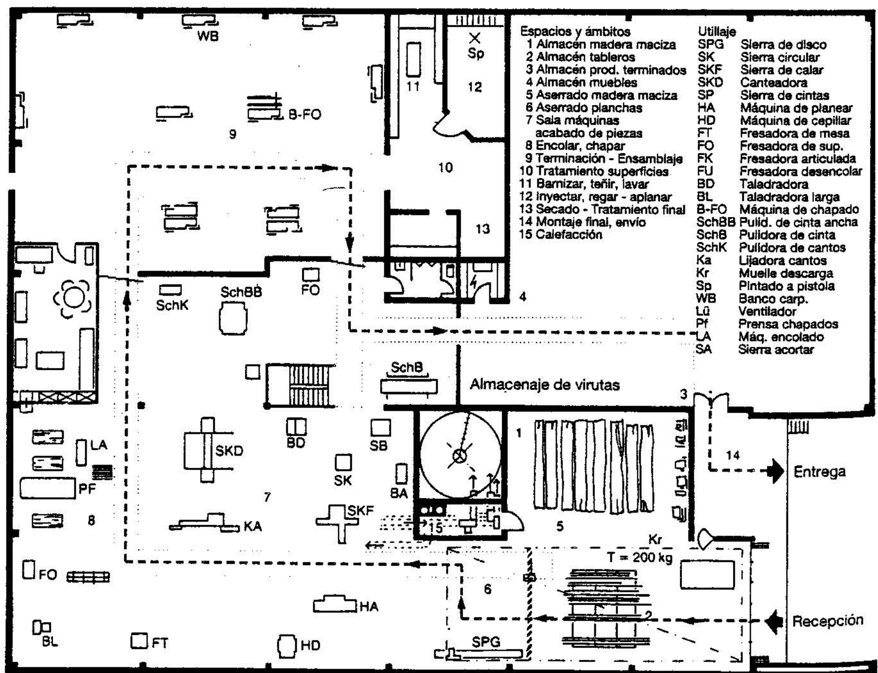
Disposición de la maquinaria en función de la secuencia de tareas.

Reducir el nivel sonoro de las máquinas mediante apoyos antivibración.

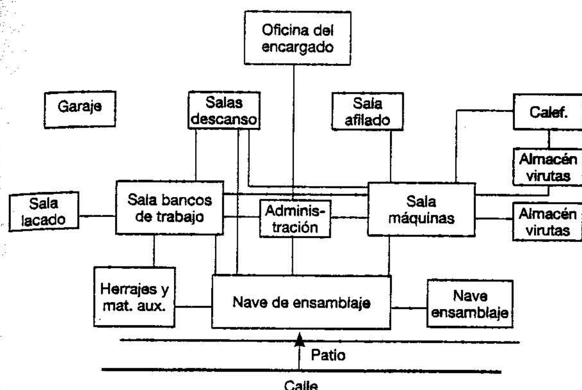
Información: Landesgewerbeamt Baden-Württemberg, Stuttgart



❸ Sección → ❹



❹ Ejemplo de taller

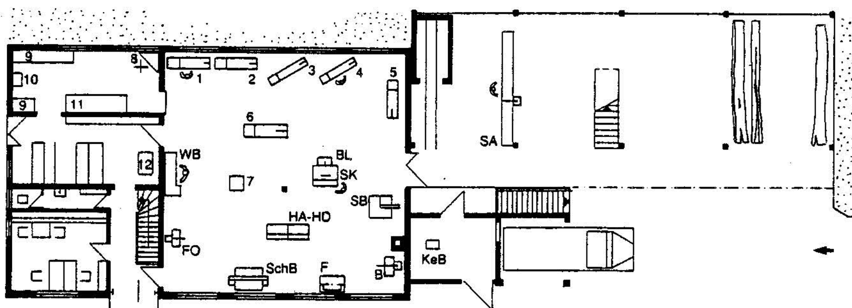


❶ Esquema funcional de una carpintería

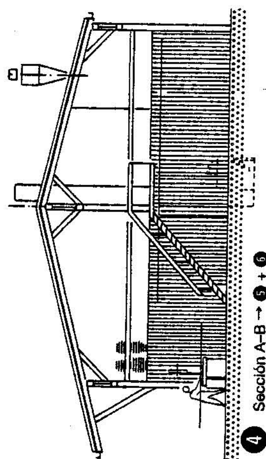
La distribución en planta se realiza basándose en los siguientes datos empresariales: utillaje, explotación, rentabilidad, potencias conectadas, solicitaciones por carga de los forjados, espacio necesario, costes, método de producción, tiempo de fabricación, empleo de personal, organización empresarial técnica, secuencias operacionales y procesos de trabajo.
Materiales: tipos, cantidades, pesos, espacio necesario.
Almacén: dimensionado, espacio necesario.
Suministros energía: calefacción, corriente eléctrica, aire comprimido.
Residuos: tipos, espacio necesario, gestión de residuos.

Información: Landesgewerbeamt Baden-Württemberg, Stuttgart

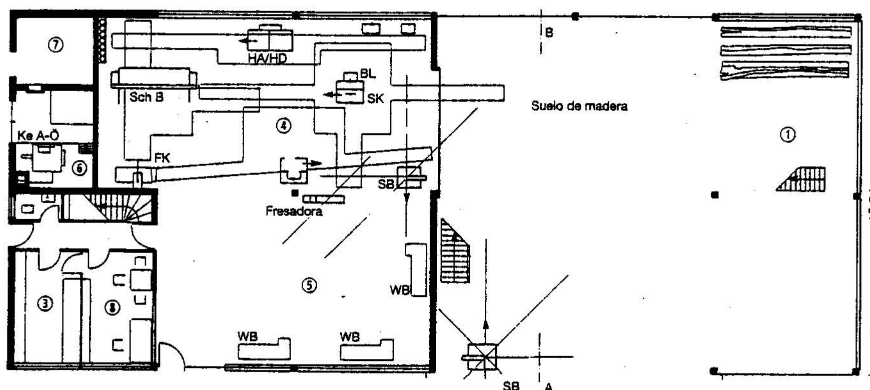
1-4	Tornos
5	Torno lineal
6	Robot giratorio
7	Máquina toral
8	Pintura a pistola
9	Mesa auxiliar
10	Aparato de lacado por inmersión
11	Armario para secar lacados
12	Cilindro de escobillas
B	Taladradora
BL	Taladradora larga
HA/HD	Máquina combinada de planear y cepillar
F	Fresadora de mesa
SA	Sierra de acortar°
SchB	Pulidora de cinta
SB	Sierra de banda
SK	Sierra radial
WB	Banco de carpintero
KeB	Caldera para restos de madera



❷ Ejemplo de una tornería

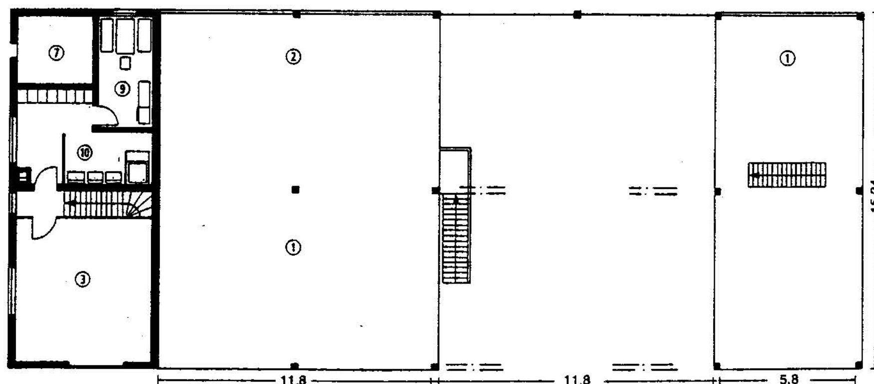


❹ Sección A-B → ❺ + ❻



❺ Ejemplo de una carpintería para la construcción. Planta baja → ❹ + ❻

B	Taladradora
BL	Taladradora larga
HA/HD	Máquina combinada de planear y cepillar
F	Fresadora de mesa
SA	Sierra de acortar
SchB	Pulidora de cinta
SB	Sierra de banda
WB	Banco de carpintero
KeA-Ö	Caldera combinada gasoil y restos de madera
①	Almacén madera maciza
②	Almacén de tableros planear
③	Almacén piezas pequeñas
④	Elaboración a máquina
⑤	Elaboración manual
⑥	Calefacción
⑦	Silo virutas
⑧	Oficina encargado
⑨	Sala descanso
⑩	Vestuario



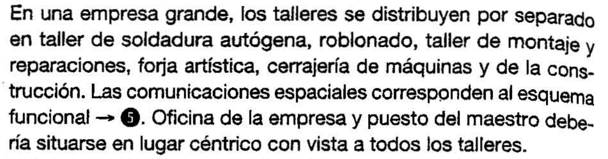
❻ Planta piso → ❹ + ❺

Industria Oficios

TALLERES

Ebanistería
Carpintería
Carpintería metálica
Talleres de reparación automóviles
Panadería
Centro cárnico
Otras industrias
Lavandería
Bomberos

CARPINTERÍA METÁLICA



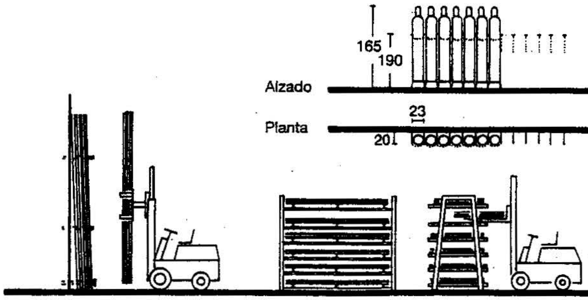
En una empresa grande, los talleres se distribuyen por separado en taller de soldadura autógena, roblonado, taller de montaje y reparaciones, forja artística, cerrajería de máquinas y de la construcción. Las comunicaciones espaciales corresponden al esquema funcional → ❺. Oficina de la empresa y puesto del maestro debería situarse en lugar céntrico con vista a todos los talleres.

Taller de soldadura y forja deberían cerrarse también en talleres medianos con puertas de acero.

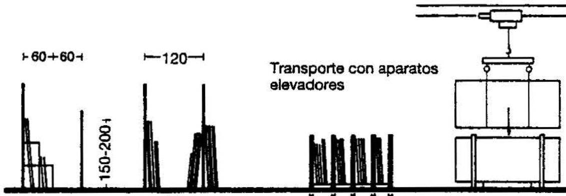
Lo mejor es dotar los talleres de lucernarios, además se requiere iluminación suficiente en el puesto de trabajo para el funcionamiento aislado de las máquinas (tomas de electricidad en el suelo). Pavimento de hormigón, mejor sobre base de hormigón.

Mesa de soldadura recubierta con placas de chamota. Para soldaduras de hierro forjado y piezas metálicas, fogones de carbón vegetal para el precalentamiento, encima pequeña campana extractora; también aptos para soldar bronce, forjar y templar hierro. Al lado, depósitos de agua y aceite para templar.

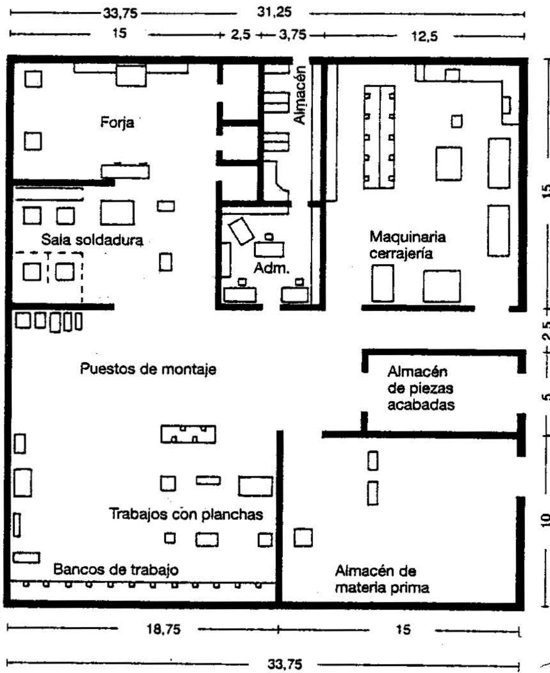
Información: Landesgewerbeamt Baden-Württemberg, Stuttgart



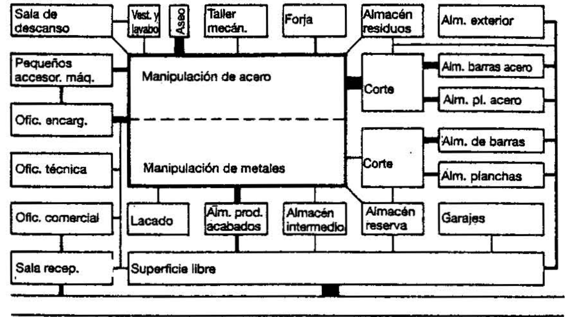
❶ Almacenaje vertical de barras — Almacenaje de planchas en estantes



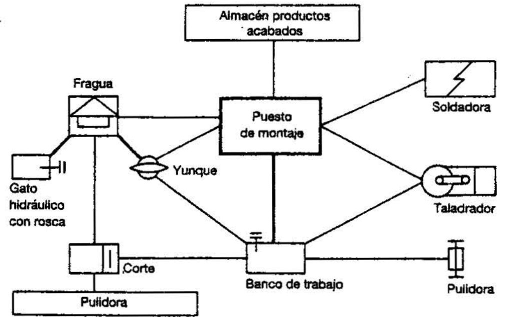
❷ Almacén para piezas pequeñas — Almacenaje vertical de planchas



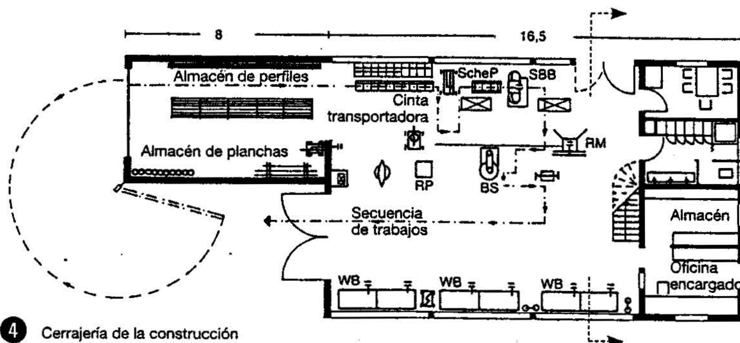
❸ Cerrajería, distribución en planta y situación de las máquinas



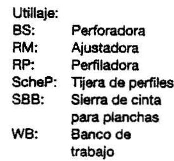
❺ Relaciones especiales en los grandes talleres de metalistería



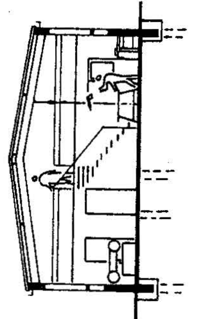
❻ Ejemplo del proceso de trabajo en una cerrajería → ❼



❹ Cerrajería de la construcción



Utillaje:
BS: Perforadora
RM: Ajustadora
RP: Perfiladora
ScheP: Tijera de perfiles
SBB: Sierra de cinta para planchas
WB: Banco de trabajo



❼ Sección → ❹

Industria Oficios

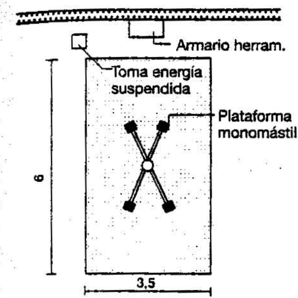
TALLERES

Ebanistería
Carpintería
Carpintería metálica
Talleres de reparación automóviles
Panadería
ntro cámico
ıs industrias
Lavandería
Bomberos

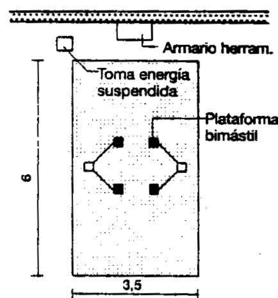
TALLERES DE REPARACIÓN AUTOMÓVILES

En la elección del solar para una empresa de asistencia técnica, es preferible escoger un emplazamiento bien comunicado (incluso en caso de mayores gastos de acometida y construcción).
En caso de emplazamiento en la periferia de la ciudad, hacerse cargo de la publicidad correspondiente y del transporte de los clientes.
Regla básica: solar 1/3 edificado, 2/3 sin edificar. Considerar ampliaciones posteriores.
Para empresas mayores rige el valor promedio de 200 m² por puesto de trabajo para la labor en el taller.
Además, deben preverse los espacios de venta, oficinas, sala de espera para clientes, locales de descanso para la plantilla, etc.
En la mayor parte de los casos, edificio de una única planta, estructura de acero modular o prefabricada.
Son preferibles las naves de grandes luces sin los molestos pilares intermedios. Prever ampliación en el ritmo del intereje elegido de las vigas.
Sellar los suelos de los talleres contra infiltraciones de grasas y aceites.
Es necesario que haya un separador de hidrocarburos.
Disponer de un sistema de eliminación de gases de escape. Incluir en el proyecto portones de apertura automática con cortina de aire.
Se recomienda la instalación de canales para electricidad, aire comprimido, aceites residuales y agua. Controlar las acometidas. Alto consumo de agua en tren de lavado.
Ejemplos de talleres de tamaños diferentes → 9 – 10.

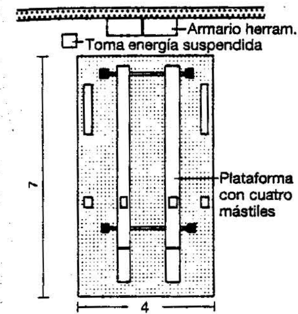
Información: institut für Technik der Betriebsführung, Karlsruhe



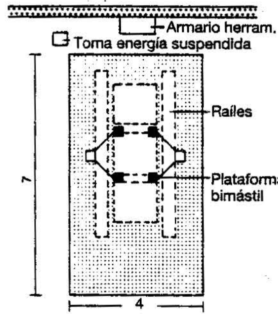
1 Elevador de coches de un pistón; altura de elevación: 1 m



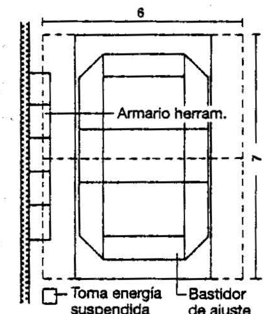
2 Elevador de coches de dos pistones; altura de elevación: 0,7-1,1 m



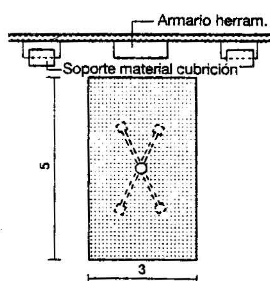
3 Medición óptica para alineación de ejes



4 Puesto de ajuste de carrocerías



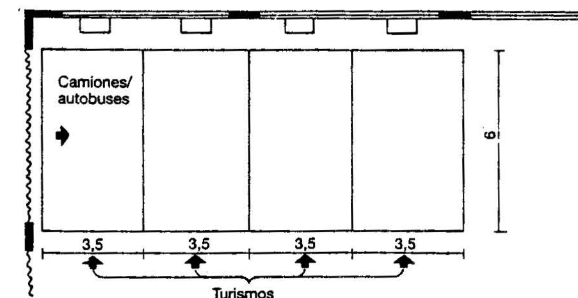
5 Puesto de ajuste de carrocerías



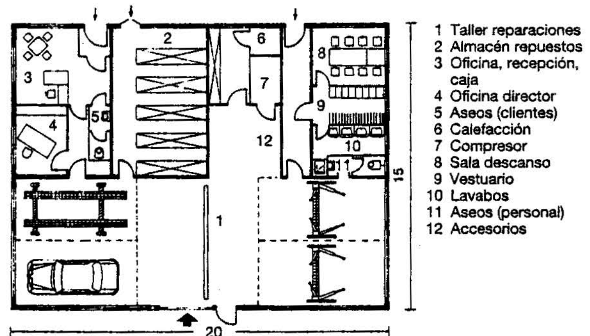
6 Puesto para preparación de pintura, con o sin plataforma elevadora



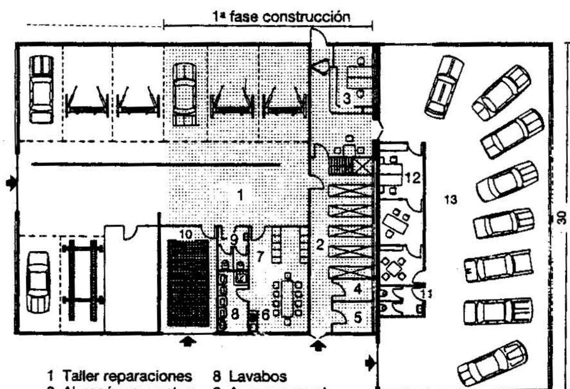
7 Representación esquemática de un puesto de trabajo en los preparativos de pintado → 6



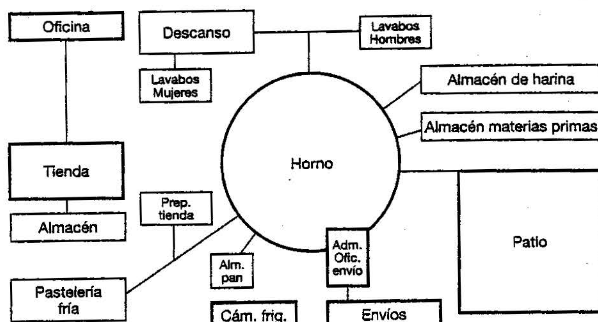
8 Espacio de reparación de turismos: 6 × 14 m formado por 4 puestos de trabajo estándar, cada uno de 3,5 × 6 m



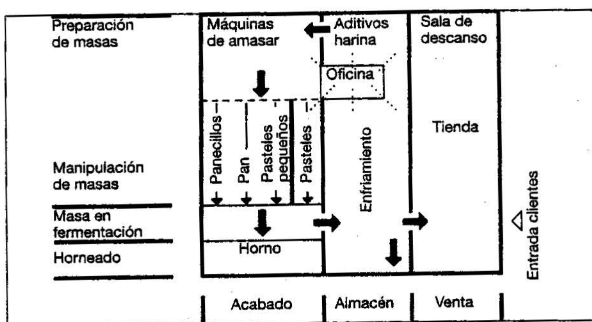
9 Ejemplo de planificación para un taller con 4 puestos de trabajo en un solar con frente a calle ancha



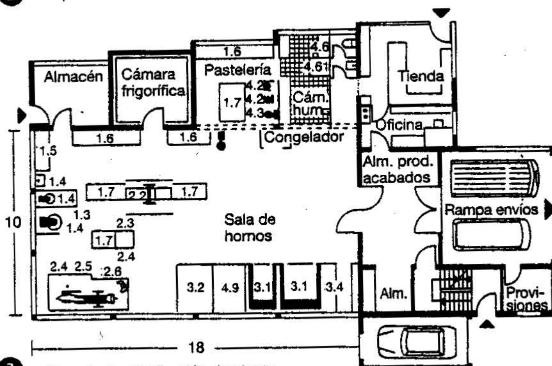
10 Ejemplo de planificación, taller con 8 puestos de trabajo, sala de lavado y sala de exposición



❶ Esquema de las relaciones entre los diferentes espacios



❷ Esquema funcional



❸ Ejemplo de distribución de planta

Un diseño sistemático abarca una reflexión sobre la evolución, en un futuro próximo, de todas las circunstancias técnicas que afecten al funcionamiento del comercio, y a las que, en último lugar, también se tiene que subordinar funcionalmente la componente arquitectónica. En la fase de proyecto se ha de supervisar siempre el emplazamiento.

Programa de necesidades y espacio necesario:
Distribución elemental: almacenes, salas de producción, salas de ventas, cuartos de instalaciones, administración, locales comerciales, sala de descanso → ❶.
Desarrollo de los trabajos en los diferentes espacios → ❷. Almacenes para materia prima, aditivos y empaquetado. Las provisiones para el día se almacenan en el puesto de trabajo. Distinguir entre diferentes tipos de almacenamiento: almacén de materias primas: trigo molido, azúcar, sal, levadura, masas (materia seca), harina en silos o sacos; almacén de aditivos: fruta, coberturas, frutos secos, grasas y huevos; almacén para empaquetado. Espacio necesario para receptáculos (estantes, bastidores, armarios) mesa auxiliar. Espacio de circulación (pasillos). Espacio mínimo para el almacén 15 m². Suplemento para todos los almacenes: 8-10 m² por cada empleado. Recorridos cortos entre almacén y zona de trabajo.

Separación de la zona de panadería y pastelería. La panadería necesita un clima cálido y húmedo, mientras que la pastelería necesita un clima algo más fresco.
La panadería comprende las siguientes zonas: preparación de masas, manipulación de masas, horneado, almacén de productos acabados.
La pastelería: crema, nata, chocolate, fruta. Zona más cálida: masas, pasteles, bombonería.

La superficie de una sala de trabajo se compone de: espacio necesario para el utillaje, manipulación manual, almacenaje intermedio y mesas auxiliares. Espacio para circulación.

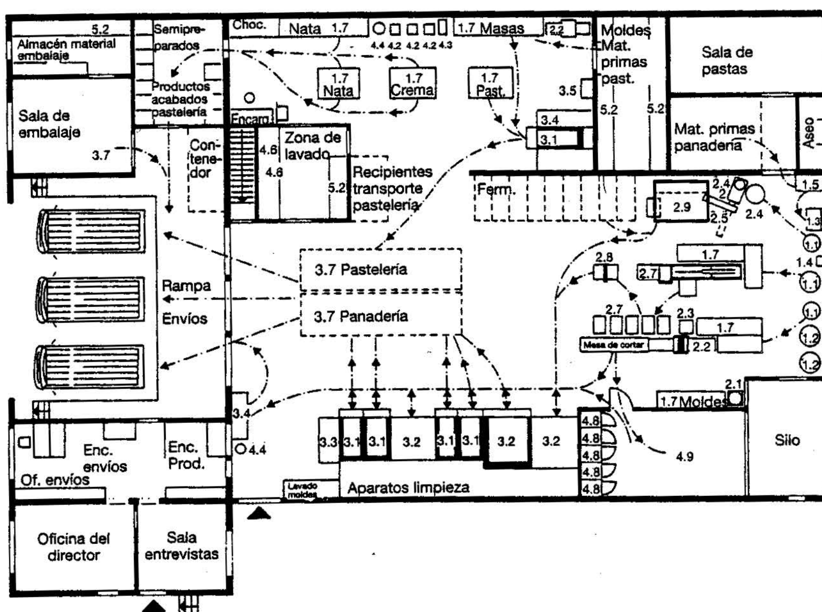
Al planificar la distribución interior (boceto) se puede calcular la superficie necesaria.

Información: Landesgewerbeamt Baden-Württemberg, Stuttgart

Industria Oficios

TALLERES

Ebanistería
Carpintería
Carpintería metálica
Talleres de reparación automóviles
Panadería
Centro cárnico
Otras industrias
Lavandería
Bomberos

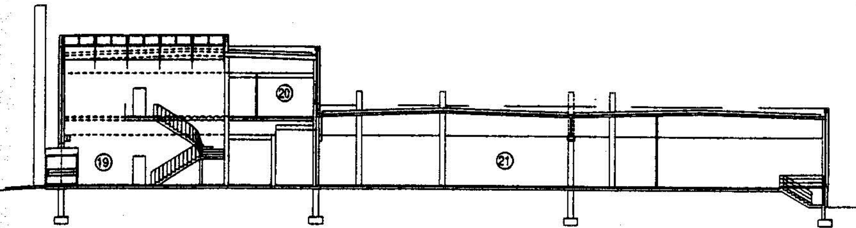


❹ Ejemplo de planta de gran tamaño

Leyendas → ❸ – ❹

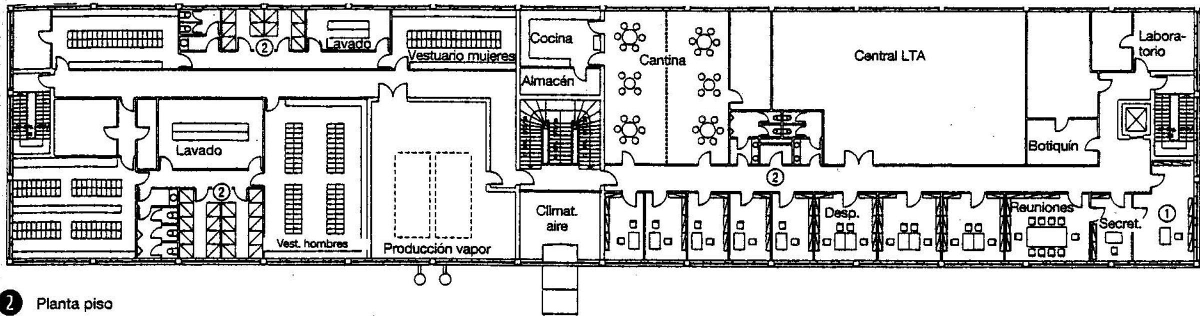
Explicación de las referencias
1. Preparación de masas
1.1 Aparato de amasar
1.2 Artesa
1.3 Báscula mural o de sobremesa (extracción harina)
1.4 Lavamanos - aparato mezclador de agua con dosificador
1.5 Mesa de aditivos
1.6 Mesa de trabajo y recipiente de harina
1.7 Mesa de trabajo
1.8 Mezclador
2. Manipulación de masas
2.1 Amasadora
2.2 Rodillo
2.3 Aparato de heñido
2.4 Aparato de partición (con báscula)
2.5 Trituradora
2.6 Rodillo largo
2.7 Aparato de panecillos
2.8 Bobinadera
2.9 Partidor hidráulico
3 Panificación
3.1 Horno
3.2 Sala de fermentación
3.3 Aparato de inmersión
3.4 Mesa auxiliar revestida con hojalata (vidrio, etc.)
3.5 Lavamanos
3.6 Máquina de limpiar hojalata
3.7 Almacén de productos acabados
4 Pastelería
4.1 Mesa fría
4.2 Máquina de remover y agitar
4.3 Agitador orbital
4.4 Hornillo de gas
4.5 Amasadora de materias grasas
4.6 Fregadero con escurridor
4.6.1 Máquina de centrifugar
4.7 Armario climatizado para nata
4.8 Congelador
4.9 Interruptor de fermentación
4.9.1 Cámara frigorífica (pavimento rehundido aprox. 200 mm)
5 Otros
5.1 Sumidero en el suelo
5.2 Estantes

En una sala de planta baja → ❸ de unos 4.500 m² se fabrican salchichas, jamón y demás embutidos.
Despachos, laboratorios, cantina, cocina, vestuarios y lavabos en la primera planta → ❷. Producción diaria: aprox. 25 t.
En el edificio se situarán varios grupos de salas con diferente temperatura ambiente. Sala de reposo, oficinas, aseos: 20 °C; salas de producción: 18 °C; salas climatizadas: 14-18 °C; salas refrigeradas: 10-12 °C; cámaras frigoríficas: 0-8 °C; cámaras de congelación: -20 °C. Existen numerosos requisitos respecto a la construcción y tipo de materiales.
Edificio de producción: el producto suministrado llega en forma de medios cerdos, cuartos de ternera y similares.



① Director
② Lavabos/duchas
③ Almacén frigorífico
④ Cám. frig. sum.
⑤ Cámara de cong.
⑥ Cám. frig. producción
⑦ Tratamiento de tripas
⑧ Disolventes básicos
⑨ Disolventes ácidos
⑩ Limp. a alta presión
⑪ Sala pruebas sanidad
⑫ Taller
⑬ Botas
⑭ Encargado
⑮ Despacho
⑯ Ofimática
⑰ Encargado
⑱ Aseo
⑲ Acceso
⑳ Cocina
㉑ Producción

❶ Sección → ❷ - ❸

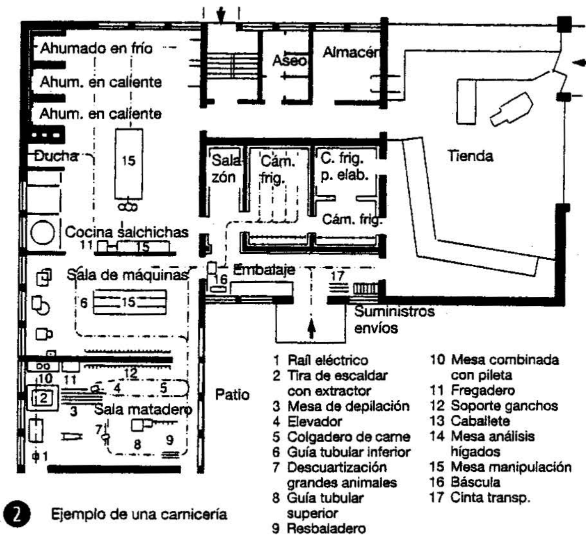


❷ Planta piso

Entrega
Máquinas de llenado
Desp.
Recepción
Báscula
Expedición
Sala de cortar
Cám. frig. productos empaquetados
Sala de llenado
Producción salchichas cocidas
Ahumado en frío
Ahumado en caliente/ en frío
Empaquet.
Cám. frig. salchichas
Cocción
Sala soflamar
Descuart.
Cám. enfriamiento salchichas crudas
Encargado
Cartonajes
Máquinas de frío
Calefacción
Comest. finos
Salazón
Desper-dicios
Entrada
Conserje
Centr. eléctr.
Contenedores de ropa
Cám frig.
Cám frig.
Especias

❸ Centro cárnico en Thüringer, planta baja

Elektroinvest Jena GmbH
ZPN Rhinstr. 149, Berlín
Planungs AG Neufert, Mittmann, Graf.



❷ Ejemplo de una carnicería

Carnicería → ❶ planta modelo: 6-7 empleados.

Proceso de elaboración de salchichas: la carne entra en la sala de máquinas (picar y embutir), en la cámara de ahumado y luego en la caldera de cocción (cocina de salchichas), y de aquí va a la cámara frigorífica o a la tienda.

Altura de las salas de trabajo (según en el tamaño del establecimiento) ≥ 4 m.

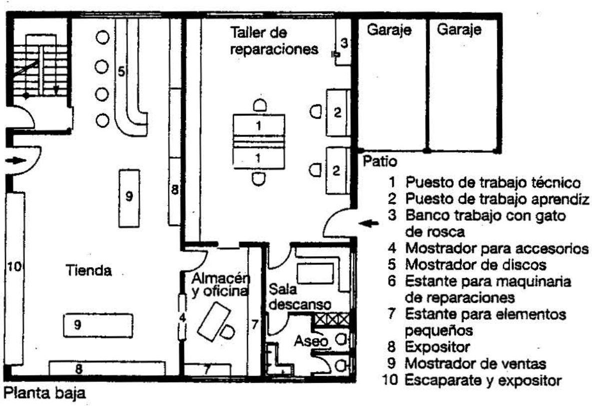
Anchura de los pasillos para el paso de productos ≥ 2 m.

Puesto de trabajo delante de la trituradora y de la embutidora: 1,5 m por delante y 1 m a cada lado = 3 m².

Separación de las máquinas a la pared (para reparaciones) 40-50 cm.

Para las máquinas de frío que funcionan día y noche es necesario prever un aislante del ruido.

Tomas de agua con conexión para mangueras en la cocina de salchichas, sala de máquinas y sala de salazón. Pavimento impermeable y antideslizante, preferiblemente de baldosas estriadas con desagüe. Paredes alicatadas. Buena iluminación general: 300 lux en los puestos de trabajo. Prever una sala de descanso, taquillas, inodoro y duchas para los empleados.



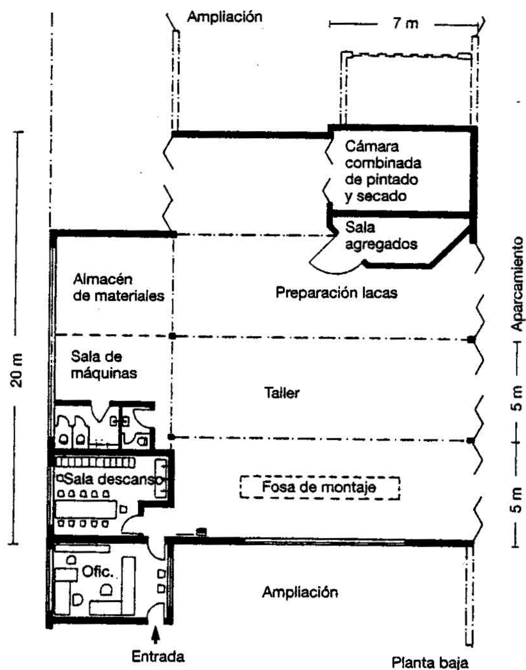
❷ Ejemplo de un taller de radio y televisión

Taller de radio y televisión → ❷

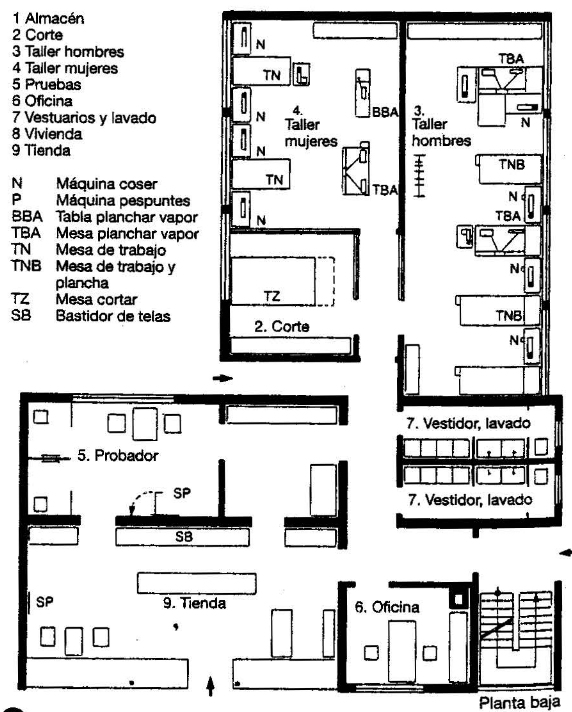
Altura libre de las salas de trabajo ≥ 3 m y 15 m³ de volumen de aire como mínimo por empleado. Debido al elevado riesgo de electrificación, en el taller se ha de colocar un revestimiento del suelo aislante o, al menos, apoyar las mesas de reparaciones en un material aislante. Según la norma DIN 5035, dispondrá de una iluminación nominal mínima de 500 lux. Para el montaje de pequeños componentes electrónicos se necesitan 1.500 lux como mínimo. Las mesas de reparaciones han de tener una superficie de trabajo amplia, a ser posible de 1 × 2 m. Contarán con cajoneras debajo para guardar planos de circuitos, descripciones técnicas de aparatos, etc., así como herramientas en cajones planos.

Ejemplo de un taller de lacado → ❸.
Ejemplo de sastrería → ❹ para diez empleados.

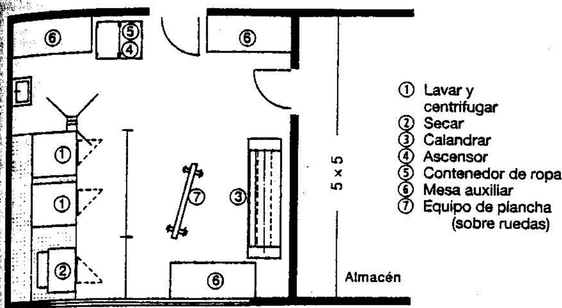
Información: Landesgewerbeamt Baden-Württemberg, Stuttgart



❸ Ejemplo de un taller de lacado



❹ Ejemplo de una sastrería

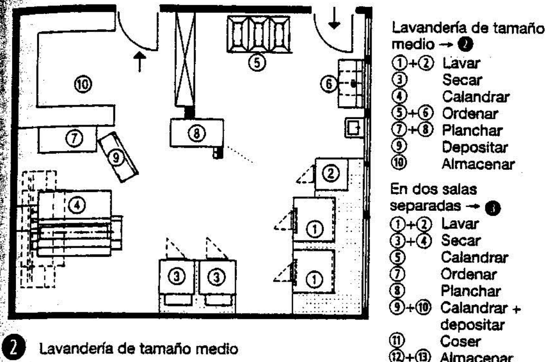


❶ Pequeña lavandería para hotel

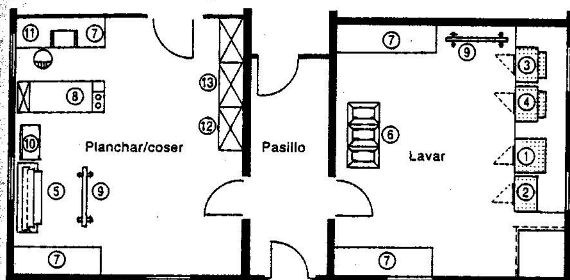
Las lavanderías para la ropa de hospitales se han de dividir en una zona limpia y otra sucia → ❺ – ❻, ❽. En la zona sucia, las superficies se han de poder limpiar y desinfectar sin que molesten los aparatos instalados.

Los pasos entre la zona sucia y la zona limpia se han de realizar en forma de esclusas, equipadas con un dispositivo para desinfectarse las manos y un depósito para guardar la ropa de protección.

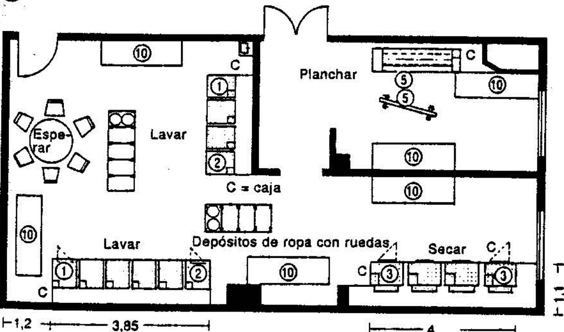
Las puertas para las esclusas de personas estarán montadas de manera que solo se pueda abrir una de ellas a la vez → ❺.



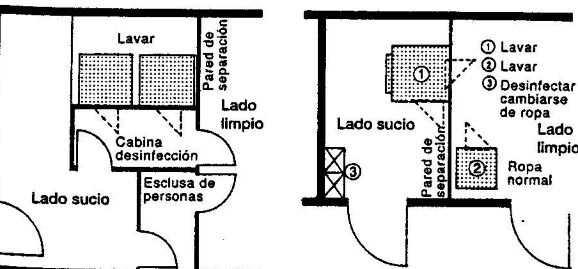
❷ Lavandería de tamaño medio



❸ En dos salas separadas



❹ Lavandería autoservicio



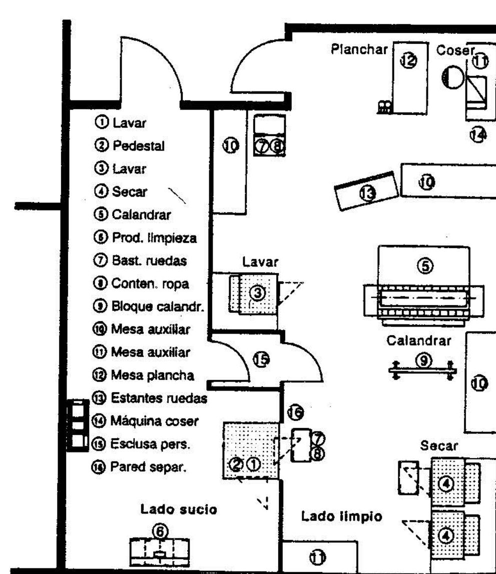
❺ Lavadoras de una puerta en cabina de desinfección

❻ Lavar en salas separadas

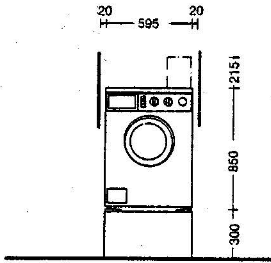
Ropa de hombre		Peso g
Camisa		170
Camiseta	Ligera	100
	Gruesa	150
Calzoncillos	Cortos	75
	Largos	180
Pijama		450
Pañuelo		20
Calcetines (pareja)		70
Ropa de mujeres		
Blusa		140
Ropa interior		140
Faja		75
Camisón		350
Salto de cama		170
Pañuelo		10
Delantal		170
Bata		130
Ropa de niños (pequeños)		
Vestido		110
Ropa interior		80
Jersey		75
Babero		25
Pañuelo		15
Calcetines (pareja)		70
Medias		100

Ropa de baño		Peso g
Albornoz		900
Toalla	100 × 200	800
Toalla de baño	67 × 140	400
Toalla de mano	50 × 100	200
Bañador		100
Traje de baño	De una pieza	260
	De dos piezas	200
Ropa de cama		
Cubrecama	160 × 200	850
Sábana	150 × 250	670
Colcha	140 × 230	600
Funda de almohada	80 × 80	200
Mantelería		
Mantel pequeño	125 × 160	370
Mantel grande	125 × 400	1.000
Servilleta grande	70 × 70	80
Servilleta pequeña	40 × 60	100
Trapo de cocina	60 × 60	100
Ropa de trabajo		
Traje de trabajo		1.200
Mono		800
Delantal		200
Bata hombre		500
Bata mujer		400

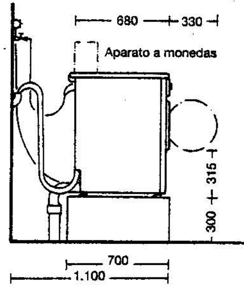
❼ Peso medio de la ropa



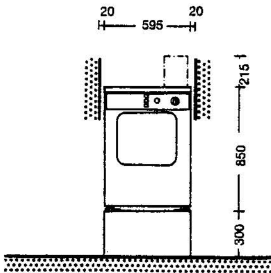
❽ Lavandería de una residencia



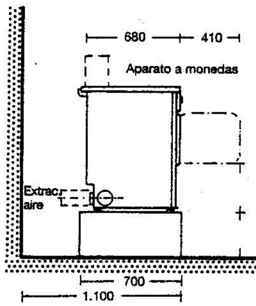
1 Lavadora automática



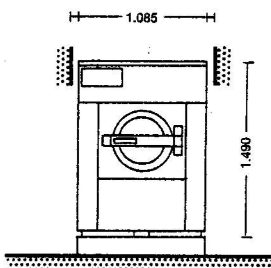
2 Alzado lateral → 1



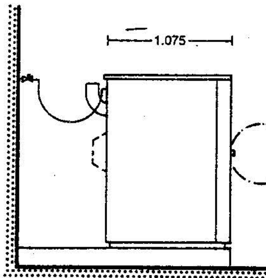
3 Secadora automática



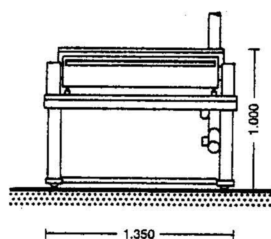
4 Alzado lateral → 3



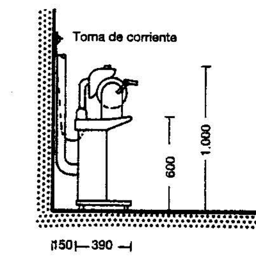
5 Lavadora industrial



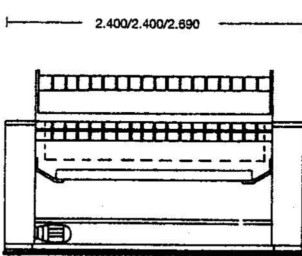
6 Alzado lateral → 5



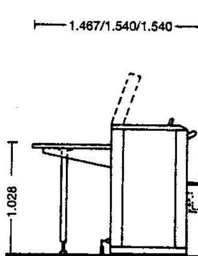
7 Planchadora



8 Alzado lateral → 7



9 Planchadora industrial



10 Alzado lateral → 9

Ropa sucia en kg de ropa seca/semana:

Viviendas: aprox. 3 kg/persona (ropa doméstica 40 %)

Hoteles: aprox. 20 kg/cama (cambio diario de sábanas y toallas)
aprox. 12-15 kg/cama (4 cambios de ropa por semana)
aprox. 8-10 kg/cama (2-3 cambios de ropa/semana)
aprox. 5 kg/cama (hoteles turísticos) (1 cambio de ropa por semana)

Los valores citados incluyen la mantelería del restaurante.

Pensiones: aprox. 3 kg/cama

Restaurantes: aprox. 1,5-3 kg/plaza

En hoteles, pensiones y restaurantes el porcentaje de ropa doméstica es de aprox. 75 %.

Residencias de ancianos:
residencias: aprox. 3 kg/cama
cuidados especiales: aprox. 8 kg/cama
cama cuidados intensivos: aprox. 25 kg/cama

Residencias de niños: aprox. 4 kg/ cama

Residencias de bebés: aprox. 10-12 kg/ cama

Residencias de cuidados especiales: aprox. 4 kg/ cama

Residencias de cuidados especiales (incontinentes): aprox. 25 kg/cama

En las residencias citadas, el porcentaje de ropa doméstica es aprox. del 60 %.

Clínicas, hospitales (de hasta 200 camas):
Hospitales generales: aprox. 12-15 kg/ cama
Hospitales de maternidad: aprox. 16 kg/cama
Hospitales infantiles: aprox. 18 kg/cama

En los hospitales el porcentaje de ropa doméstica es aprox. del 70 %.
Personal médico y enfermeras: aprox. 3,5 kg/cama

$$\textbf{Capacidad de lavado} = \frac{\textbf{cantidad de ropa/semana}}{\textbf{días de lavado/semana} \times \textbf{lavados/día}}$$

Ejemplos de cálculo

1. Hotel con 80 camas, ocupación 60 % = 48 camas
4 cambios sábanas/semana; diarios = aprox. 12 kg/cama
48 camas a 12 kg/ropa = 576 kg/semana
ropa de cocina y mantelería aprox. 74 kg/semana
650 kg/semana

$$\text{capacidad de lavado} = \frac{650 \text{ kg}}{3 \times 7} = 18{,}6 \text{ kg/lavado}$$

2. Hotel con 150 camas: ocupación 60 % = 90 camas cambio diario de sábanas; diarios = aprox. 20 kg/ cama
90 camas a 20 kg/ropa = 1.800 kg/semana
ropa de cocina y mantelería 200 kg/semana
2.000 kg/semana

$$\text{capacidad de lavado} = \frac{2.000 \text{ kg}}{3 \times 7} = 57{,}1 \text{ kg/lavado}$$

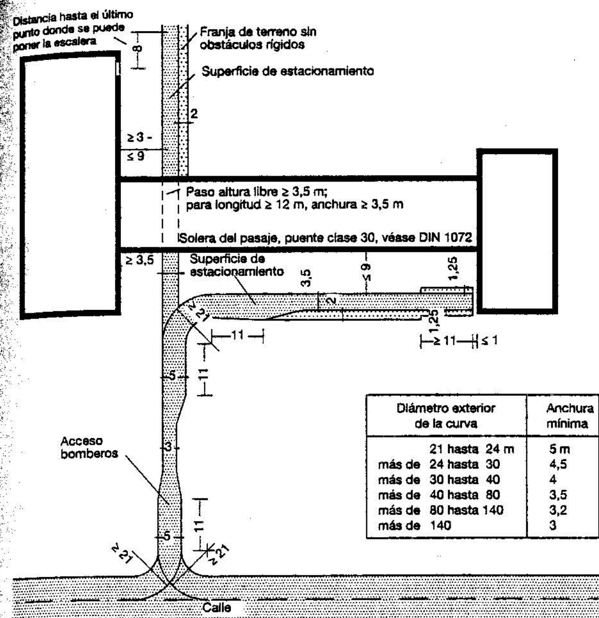
3. Residencias de ancianos: 50 camas de residencia; 70 camas de cuidados especiales
70 camas de cuidados especiales a 12 kg ropa = 840 kg/semana (infecciosa)

$$\text{capacidad de lavado} = \frac{840 \text{ kg}}{5 \times 5} = 33{,}6 \text{ kg/lavado}$$

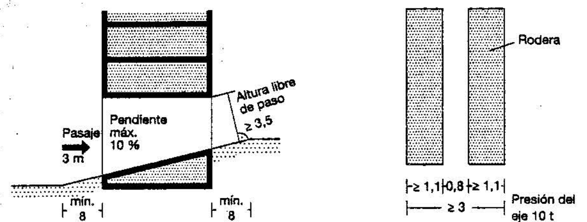
50 camas de residencia a 3 kg/ropa = 150 kg/semana
ropa de cocina y mantelería (no infecciosa) 100 kg/semana
250 kg/semana

$$\text{capacidad de lavado} = \frac{250 \text{ kg}}{3 \times 6} = 8{,}3 \text{ kg/lavado}$$

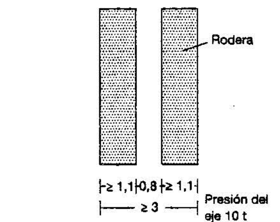
4. Complejos residenciales 90 habitantes
aprox. 3 kg de colada seca por persona y semana
capacidad de lavado = cantidad de ropa/semana
días de lavado/semana × lavados/día
90 personas × 3 kg = 270 kg: (6 días × 5 lavados) = 9 kg/lavado:
5 kg/lavadora = 1,8 lavadoras
Se precisan 1,8 máquinas ≈ 2 lavadoras



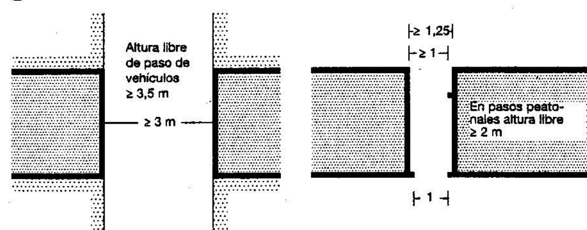
❶ Ejemplo: superficie necesaria para los bomberos en un inmueble



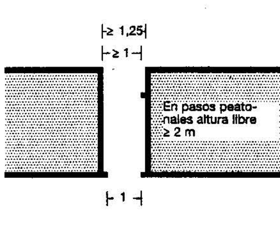
❷ Cambio de pendiente en pasajes



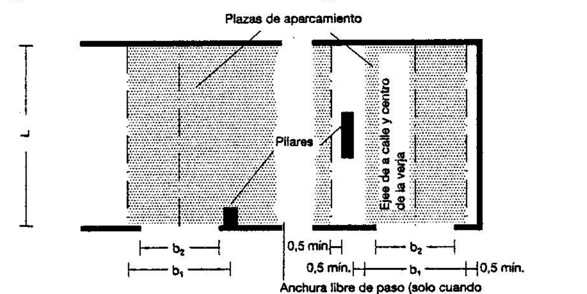
❸ Acceso de bomberos



❹ Acceso de bomberos



❺ Paso



❻ Plazas de aparcamiento y verjas → ❼

Plazas de aparcamiento Tamaño[2]	Anchura b_1 mín.	Longitud L mín.	Puerta según DIN 14 092 artículo 2 (anchura libre de paso b_2 × altura libre	Unidad (U) cálculo según → ❽[3] m²
1 (a evitar si es posible)	4,5	8	3,5 × 3,5	9
2	4,5	10	3,5 × 3,5	11,25
3	4,5	12,5	3,5 × 3,5	14
4	4,5	12,5	3,5 × 4	14

[2] Véase también tabla 2 en las explic.; [3] corresponde a 1/4 superficie aparcamiento

❼ Dimensiones de las plazas de aparcamiento → ❻

a) Un parque de bomberos de ámbito local puede estar formado por: plazas de estacionamiento, 4 U; cuarto de herramientas, almacén para utillaje especial, 1 U; aula (sala polivalente para administración y central) 5 U; sala para el personal, 3 U; cuarto de instalaciones, 1 U

b) Un parque de bomberos de ámbito local y regional, p. ej., para la prevención de incendios y prestación de ayuda técnica, con taller central, enfermería, instalaciones de formación y prácticas puede estar formado por: plazas de estacionamiento, 16 U; 4 U adicionales para el transporte de enfermos; cuarto de herramientas y almacén para utillaje especial, 4 U; aulas, 7 U; servicios para el personal: lavabo, aseo, ducha, vestuario, secador de ropa, 4 U; sala de personal, pequeña cocina, 3 U; administración, despacho de dirección, 1 U; taller de vehículos, cuarto de instalaciones, 2 U; cuarto de guardia, 4 U; taller central (según las necesidades). En caso de que no exista un taller central para reparar mangueras: talleres de reparación de mangueras 9 U; en caso de que no exista un taller central para reparar mascarillas, talleres para reparar mascarillas 4 U.

En los talleres centrales se ha de prever suficiente espacio para almacenamiento.

Cuarto de herramientas	1 U
Almacén de utillaje especial	1 U
Aula	4 U
Espacio auxiliar	1 U
Servicios:	
Lavadero, ducha, aseo, vestuario, secádora	3 U
Estancia de guardias, sala de estar, pequeña cocina	3 U
Administración	1 U
Despacho de dirección	1 U
Central de intervención	1 U
Talleres: Taller de reparación de mangueras, sala de lavado y comprobación de mangueras (al menos de 26 m de largo y 3 m de ancho)	8 U
Almacén de mangueras	1 U
Torre de secado de mangueras con pared de pruebas[1] Altura libre de la torre 23 m	1 U
Si en vez de una torre de secado de mangueras se construye una instalación horizontal de secado, esta ha de tener una sala de lavado y comprobación de mangueras cuya superficie mínima ha de ser de 9 U y su altura libre 3 m mín.	
Taller de mascarillas	4 U
Enfermería, central de intervención, submarinismo[2]	
Sala de guardia	4 U
Taller de vehículos y herramientas, incluida una estación de carga de baterías, conectada con una plaza de aparcamiento	2 U
Nave de lavado	4 U
Instalaciones	1 U
Calefacción, cuarto de combustible	

Para determinar la superficie de cada uno de los espacios según el número de unidades (U) → ❼ En los parques de bomberos con plazas de estacionamiento de diferente tamaño, la unidad (U) se ha de referir a la plaza mayor. A partir de las superficies calculadas según el número de unidades (U) se obtiene el tamaño mínimo de cada uno de los espacios (véanse también las explicaciones en los ejemplos).

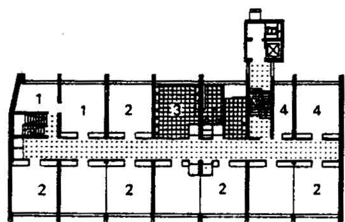
[1] según DIN 14092, parte 3

[2] aquí no se incluye una zona para prácticas con mascarillas.

❽ Superficie de los espacios → ❼

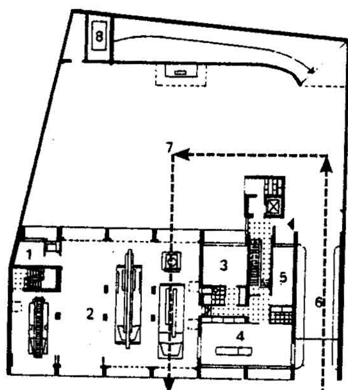
Tipo de vehículos	Peso total en kg neto (admisible)	Distancia entre ejes en mm	Radio de giro B en mm	Longitud en mm	Ancho en mm	Altura máx. en mm veh. trac. todas rued. y luces techo
Camión contra incendios						
LF8	5.450 (5.800)	2.600	11.700	5.650	2.170	2.800
LF8	7.490 (7.490)	3.200	15.050	6.400	2.410	2.950
LF16	11.300 (11.500)	3.750	16.100	8.000 con plataf. elevadora	2.470	3.090
LF16-TS	10.200 (11.000)	3.750	16.100	7.600	2.470	3.100
con cisterna TLF 8/18	7.490 (7.490)	3.200	14.800	6.250	2.410	2.850
con cisterna TLF 16	10.700 (11.500)	3.200	14.400	6.450	2.470	2.990
con cisterna TLF 24/50	15.900 (16.000)	3.500	15.400	6.700	2.500	3.270
con cisterna de apagado en seco TroTLF16	11.500 (12.000)	3.750	16.100	7.000	2.470	2.990
con cisterna de apagado en seco 1000	7.300 (7.490)	3.200	14.800	6.100	2.410	3.250
con cisterna de apagado en seco 2000	10.100 (11.600)	3.200	14.400	6.450	2.410	3.300
Escalera giratoria DL 30	12.550 (13.000)	4.400	18.600	9.800 con plataf. elevadora	2.430	3..250
Escalera giratoria LB30/5 con cesta	20.200 (21.000)	3.800 x 1.320	19.900	9.800	2.490	3.300
Vehículo con equipo RW1	7.200 (7.490)	3.200	14.800	6.400	2.420	2.850
Vehículo con equipo RW2	10.850 (11.000)	3.750	16.100	7.600	2.480	3.070
Vehíc. manguera SW2000	10.200 (11.000)	3.200	14.400	6.500	2.500	2.980

❾ Medidas más usuales de diferentes vehículos utilizados por los bomberos (del catálogo de una de las fábricas alemanas más importantes)



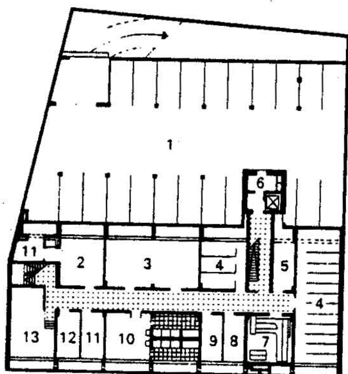
1 Retén de guardia
2 Dormitorio
3 Lavabo
4 Inspector de bomberos

❶ Primera planta



1 Sala de carga de baterías
2 Vehículos
3 Dormitorio
4 Centralita
5 Almacén
6 Paso
7 Patio
8 Depósito de fueloil

❷ Planta baja



1 Garaje subterráneo
2 Almacén de aprovisionamiento diurno
3 Almacén de mangueras
4 Sótano
5 Ventilación
6 Esclusa
7 Instalación eléctrica
8 Grupo electrógeno de emergencia
9 Sala de bombas
10 Vestuario
11 Almacén
12 Agua, gas
13 Estación transformadora Caldera de calefacción

❸ Planta sótano. Estación de bomberos nº 4 de Múnich Arq.: Ackermann + P

Principios fundamentales para el planeamiento de parques de bomberos DIN 14 092.

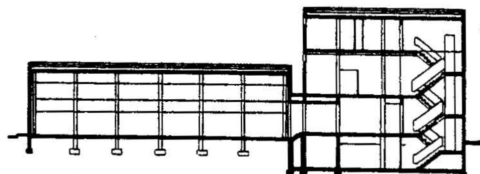
Parque de bomberos: en él se alojan los vehículos y las siguientes dotaciones:

Retén de guardia: donde se encuentran las personas, vehículos y demás elementos preparados para entrar en acción. Puesto de control obligatorio ocupado continuamente tanto para la recogida de avisos como para avisar, coordinar y dirigir al personal de rescate. Es recomendable la existencia de apartamentos de servicio dentro del retén. El equipo, al igual que los posibles refuerzos, está siempre en guardia o localizado para entrar en acción a través de sistemas de megafonía y señales de alarma. Instalaciones para llamadas de emergencia, alerta y detección.

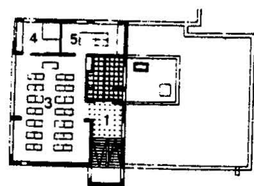
Funciones previas a la intervención: aparcamiento del vehículo privado, cambio de ropa en las proximidades del coche de bomberos, colocación del equipamiento y ocupación de los coches de bomberos.

Tras la intervención: equipar los camiones nuevamente, llenar de agua las cisternas y repostar. Bomberos: aseo y cambio de ropa. Ubicación del parque en un terreno central a todos los barrios de la población o en puntos clave. Proyectar accesos claros para los camiones de bomberos, así como suficiente superficie libre para que, p. ej., los camiones dispongan de un ángulo de giro suficiente. Zona de lavado provista de recogedor de arena y separador de gasolina, depósito de gasolina y gasoil. La superficie del patio ha de soportar el tráfico rodado (aprox. 16 t). Bocas de riego normales y subterráneas, espacios para vehículos adicionales y, dado el caso, puesto de aterrizaje para helicópteros (50 × 50 m) además de 15 m de espacio libre. Zonas verdes y deportivas.

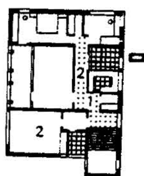
1 Pasillo
2 Vivienda
3 Aula
4 Mat. enseñanza
5 Sala descanso
6 Garaje
7 Depósito fueloil
8 Lavado vehículos
9 Nave de vehículos
10 Lavado mangueras
11 Alm. mangueras
12 Almacén repuestos
13 Taller
14 Mascarillas
15 Patio interior
16 Jefe de bomberos
17 Retén guardia
18 Vestuario
19 Lavabos
20 Ropero
21 Cortavientos
22 Vestíbulo
23 Sala de estar
24 Sala de prácticas
25 Sala de ejercicios
26 Calefacción
27 Equipo climatiz.
28 Almacén
29 Cuarto baterías
30 Teléfono, radio



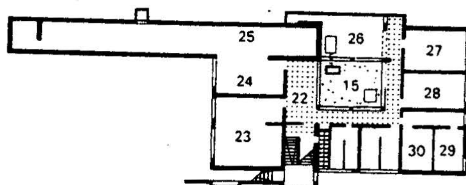
❹ Sección → ❼

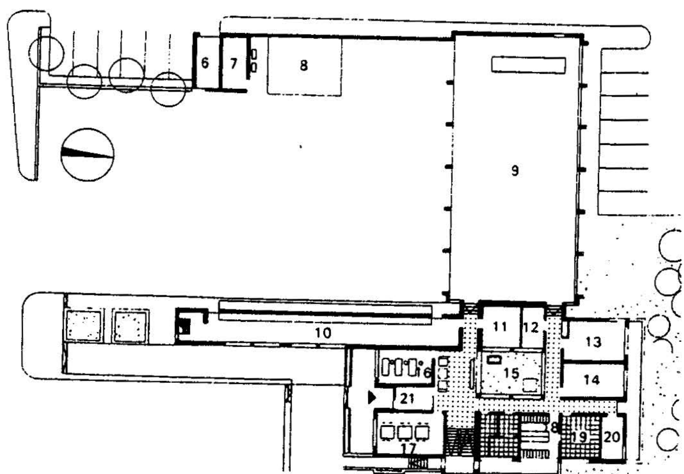


❺ Primera planta → ❼

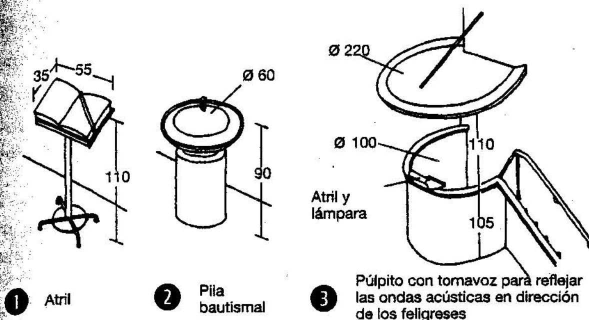


❻ Segunda planta → ❼

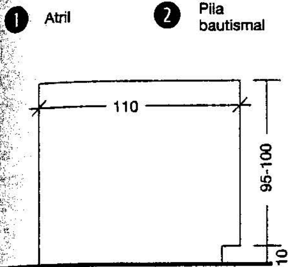




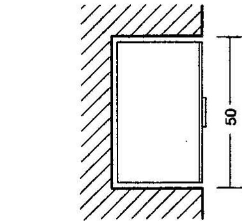
❼ Planta baja y sótano de un edificio de bomberos



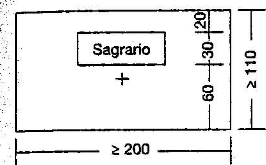
❶ Atril ❷ Pila bautismal ❸ Púlpito con tornavoz para reflejar las ondas acústicas en dirección de los feligreses



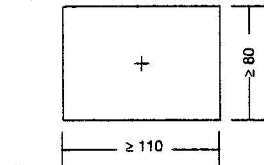
❹ Altar con zócalo rehundido, sección transversal



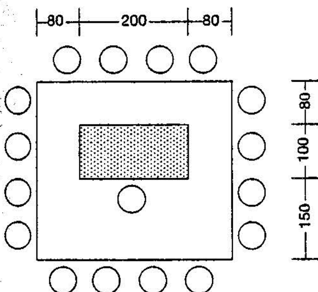
❺ Sagrario empotrado



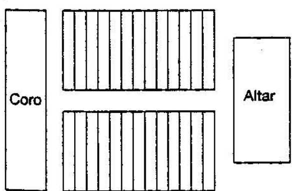
❻ Altar con sagrario, planta



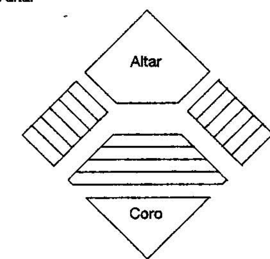
❼ Altar sin sagrario, planta



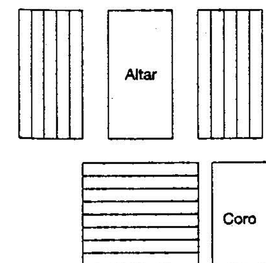
❽ Variantes del presbiterio alrededor del altar



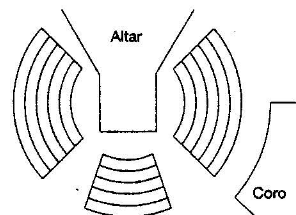
❾ Orientación de los bancos de los feligreses al altar y coro



❿ Orientación en la diagonal



⓫ Distribución en tres partes



⓬ Distribución central (3/4 de círculo)

Directrices para arquitectura religiosa

Cada iglesia nacional u obispados tiene directrices especiales para las iglesias que se han de construir en sus territorios. Además, en aquellos espacios no destinados propiamente al culto, deben respetarse las normativas locales en materia de locales de espectáculos y reunión. Para obras de nueva planta, reformas y renovaciones debe consultarse la diócesis correspondiente, y es el vicariato episcopal el que otorga las licencias. Puesto que los templos sirven al culto religioso, las tipologías deben desarrollarse partiendo del culto y la liturgia.

Elementos litúrgicos: elementos utilizados durante la misa para todas las acciones del oficio existentes.

Púlpito → ❸

Puesto elevado para el predicador como lugar para proclamar la palabra de Dios. El púlpito está en estrecha relación litúrgica con el altar, pero no hay normas precisas para su emplazamiento. Frecuentemente se sitúa a la derecha del altar, visto desde la nave. La altura del púlpito se sitúa entre 1-1,2 m (suelo del púlpito) sobre el nivel del suelo de la iglesia.

Ambón → ❶

Atril elevado y móvil en iglesias del cristianismo primitivo para la lectura de la Epístola. A pesar de ser móvil, el ambón debe situarse en el entorno inmediato del altar.

Altar

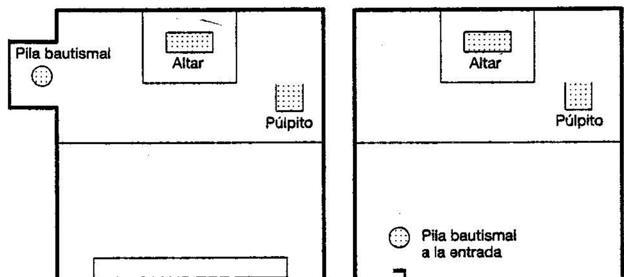
Mesa del Señor, punto central de la celebración de la eucaristía. Pueden ser altares o mesas sacramentales fijas y transportables, y ni su forma ni los materiales están reglamentados. En la mayoría de los casos, el altar es rectangular, tiene una altura de 0,95-1 m y es exento para poder rodearlo sin dificultad → ❽. En iglesias reformadas también son posibles otras formas. El altar no debe utilizarse hasta que el obispo consagre el templo.

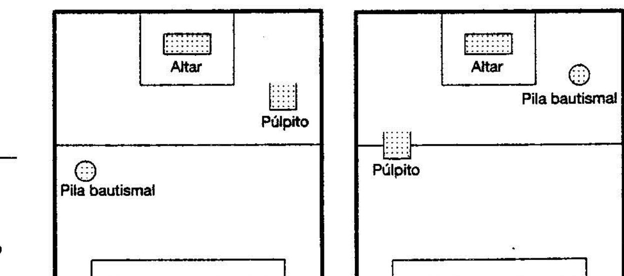
Presbiterio

Ante el altar, el presbiterio debe medir 1,5 m de ancho como mínimo, en los laterales y detrás del altar 0,8 m como mínimo (en altares que se puedan rodear). A menudo está elevado el presbiterio por 1-2 escalones.

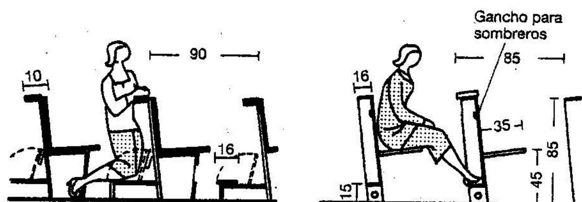
Sagrario → ❺

Cofre para guardar las hostias sagradas. El sagrario y el altar están en estrecha relación litúrgica y espacial.



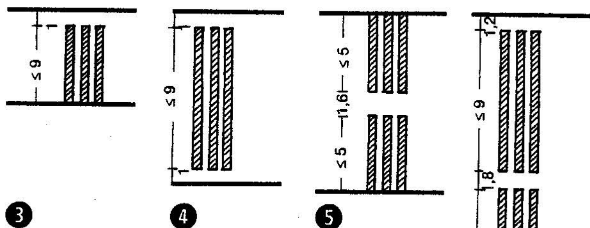


⓭ Emplazamiento de altar, púlpito y pila bautismal



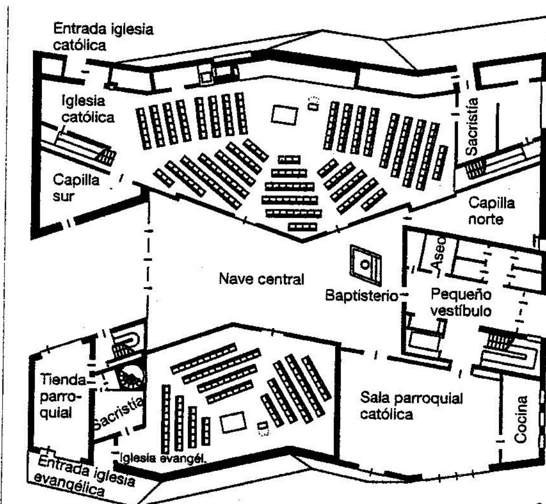
❶ Bancos para iglesias cristianas con reclinatorio

❷ Bancos para iglesias cristianas sin reclinatorio

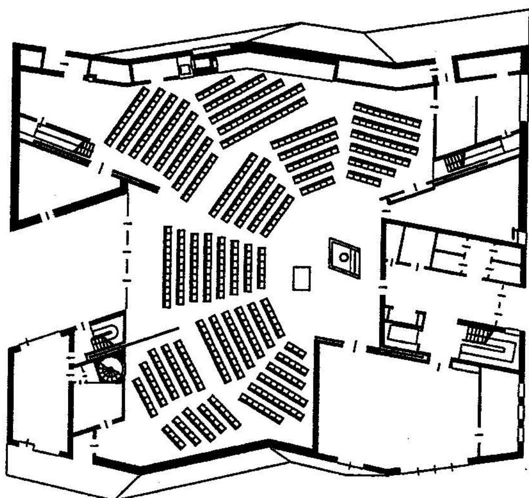


❸ ❹ ❺ ❻

❸-❻ Distribución de bancos para feligreses



❼ Templo biconfesional



❽ Divisiones móviles crean un espacio común, iglesia biconfesional, Friburgo

Arqs.: Kister Scheithauer Gross

Distribución de bancos para los feligreses

El espacio necesario por plaza de feligrés sin reclinatorio (protestante) → ❷ = 0,4-0,5 m² sin pasillos, por plaza de feligrés con reclinatorio (católico) → ❶ = 0,43-0,52 m² sin pasillos.

La distribución y forma de los bancos o sillas tiene gran importancia para las dimensiones del espacio, la impresión del espacio, la acústica y la visibilidad. En iglesias más pequeñas (capillas) basta un pasillo lateral de 1 m de anchura → ❸ con banco para 6-10 asientos o un pasillo central de 1,6 m de anchura con asientos en ambos lados como en → ❺.

Debido al frío que puede notarse cerca de los muros exteriores, es habitual disponer de dos pasillos con bancos en medio → ❻ para 12-18 asientos.

En iglesias más anchas se suceden correspondientemente más pasillos. El espacio necesario por cada puesto sentado oscila entre 0,63-1 m², para personas de pie basta con 0,25-0,35 m². Para ello se usa una gran parte de los pasillos, sobre todo ante la pared del fondo. Las anchuras de las puertas de salida y las escaleras tienen que cumplir con las normativas correspondientes para locales de espectáculos y de reunión. El pasillo central en el eje del altar se utiliza para el paseo nupcial, procesiones, etc.

Confesionario → ❿

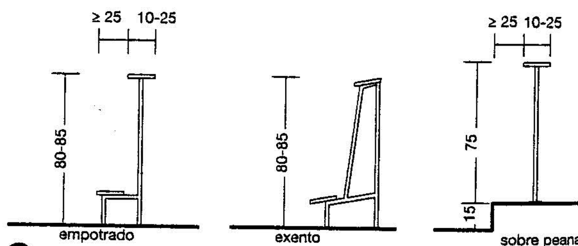
Asiento cerrado de madera en cuya parte central se sienta el clérigo para oír la confesión. El penitente habla con el sacerdote católico desde uno de los dos laterales a través de una ventanilla con rejilla de aprox. 30 × 40 cm. El canto inferior de la ventanilla debería estar a aprox. 1 m sobre el suelo. El confesionario debe situarse en un lugar no demasiado luminoso de la iglesia.

Debe cuidarse que haya suficiente ventilación.

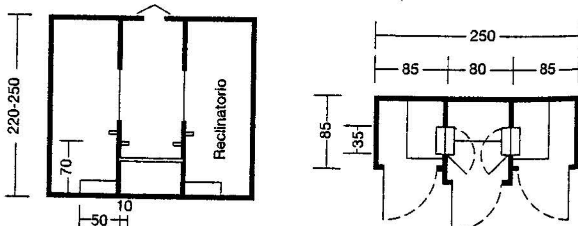
Como alternativa también es posible una habitación confesionario.

Sacristía → ⓫

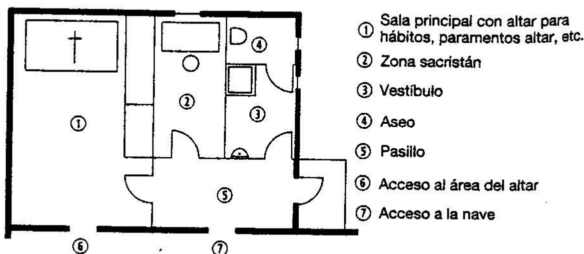
Espacio de servicio para el clérigo y los objetos litúrgicos. La ubicación idónea es en el entorno inmediato del altar.



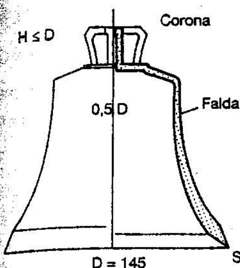
❾ Diferentes comulgatorios



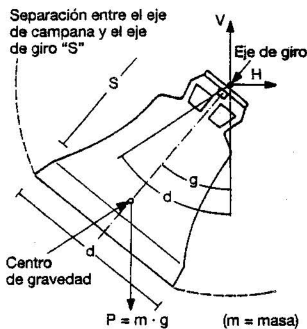
❿ Confesionario con dos lados cerrados, sección vertical y horizontal



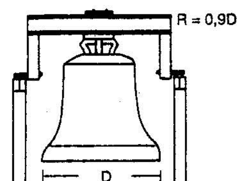
⓫ Ejemplo de sacristía



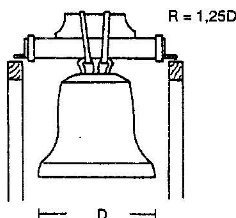
❶ Proporciones en función de la falda



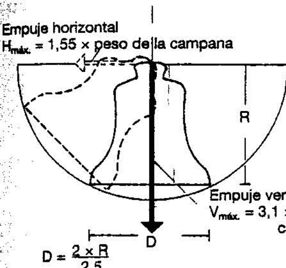
❷ Denominaciones



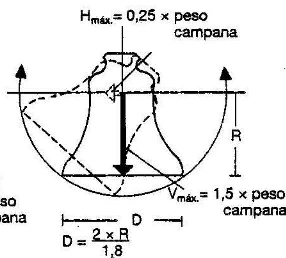
❸ Yugo quebrado de acero



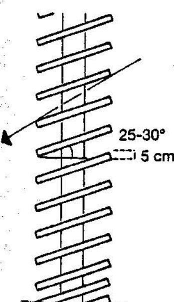
❹ Yugo recto

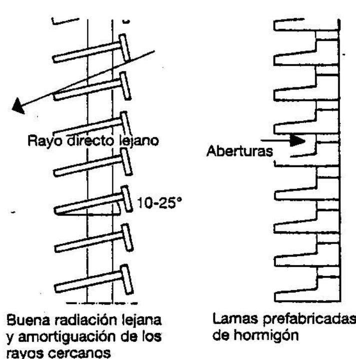


❺ Empuje horizontal



❻ Suspensión cerca del centro de gravedad

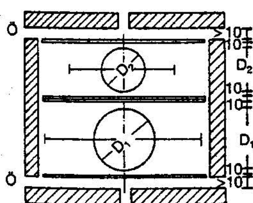




Buena radiación lejana y amortiguación de los rayos cercanos

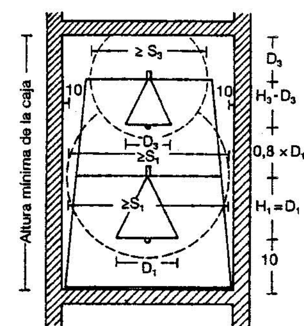
Lamas prefabricadas de hormigón

❼ Lamas acústicas



Aberturas acústicas donde no golpea el badajo

❽ Caja de campanas (planta)



Profundidades:
≥ S_3 = diámetro oscilación campana 3 ≈ 2,6 × D_3
≥ S_1 = diámetro oscilación campana 1 ≈ 2,6 × D_1

❾ Caja de campanas (sección)

Proyecto

Debe tenerse en cuenta la norma DIN 4178 (campanarios).
Un especialista en campanas aconseja sobre el número y tono de las campanas, características acústicas y peso. El fundidor proyecta el armazón de la campana como base para dimensionar la caja del campanario y las aberturas. Aporta los datos de las cargas que deberá tener en cuenta el calculista. Este debe considerar las cargas estáticas y dinámicas.

Campanas

Su peso, aleación y grosor de la falda determinan el sonido. Actualmente se emplean dispositivos eléctricos.

Carillón → ❽ – ❾

Instrumento musical para solos que, junto con los campanarios vecinos, puede formar una orquesta.
El alcance acústico que se desee lograr determina la altura de la caja del carillón en el campanario, que siempre debe estar por encima de los edificios vecinos. La calidad del sonido de las campanas depende del material de construcción y de las características acústicas.

Caja de campanas

Es la sala de mezclas y de resonancia que determina la calidad musical de los tañidos. La caja debe estar completamente cerrada, excepto las aberturas acústicas.

Aberturas acústicas → ❼

Es preferible que sean muchas y pequeñas, perpendiculares a la dirección de oscilación. La emisión acústica no debe ser superior a 30° respecto a la horizontal, para proteger al vecindario. El impacto del badajo no puede irradiar. Esto también se debe tener en cuenta en la disposición de las lamas acústicas.
El total de las aberturas, si la superficie de las paredes interiores de la caja de campanas es plana, 5 % como máximo; y si la superficie es rugosa, 10 % como máximo. Las superficies de hormigón pueden revestirse con madera.

	a	b	a	b	a	b
	Diámetro de la campana d mm	Peso propio campana P kN	Diámetro de la campana d mm	Peso propio campana P kN	Diámetro de la campana d mm	Peso propio campana P kN
	Falda					
Tono	Fina		Media		Gruesa	
fa^{2}	2.250	58	2.320	71		
fa^{2} sol bemol^{2}	2.120	48	2.220	59		
sol^{2}	2.000	40	2.100	50		
sol^{2} la bemol^{2}	1.880	34	2.000	41		
la^{2}	1.780	28	1.880	35		
la^{2} si bemol^{2}	1.680	24	1.760	29		
si^{2}	1.580	20	1.660	24		
do^{3}	1.480	16	1.570	20	1.680	31
do^{3} re bemol^{3}	1.400	14	1.475	17	1.580	25
re^{3}	1.325	11	1.390	14	1.500	21
re^{3} mi bemol^{3}	1.240	10	1.310	12	1.410	17
mi^{3}	1.170	8	1.240	10	1.330	15
fa^{3}	1.110	7	1.170	8	1.250	13
fa^{3} sol bemol^{3}	1.035	5,5	1.100	7,2	1.175	11
sol^{3}	980	4,6	1.040	6	1.110	9
sol^{3} la bemol^{3}	930	4	980	5	1.040	7,2
la^{3}	875	3,2	925	4,3	985	6,2
la^{3} si bemol^{3}	830	2,8	870	3,5	930	5,3
si^{3}	780	2,3	820	3	880	4,3
do^{4}	740	2	775	2,5	830	3,7
do^{4} re bemol^{4}	690	1,6	730	2,1	780	3,2
re^{4}	650	1,4	690	1,7	735	2,6
re^{4} mi bemol^{4}	600	1,1	645	1,5	690	2,1
mi^{4}	575	0,9	610	1,2	650	1,7
fa^{4}	550	0,8	580	1	620	1,5
fa^{4} sol bemol^{4}	510	0,65	545	0,8	595	1,2
sol^{4}	480	0,55	510	0,7	550	1
sol^{4} la bemol^{4}	450	0,45	480	0,59	525	0,9
la^{4}	425	0,38	455	0,5	495	0,75
la^{4} si bemol^{4}	390	0,32	430	0,4	465	0,65
si^{4}	370	0,25	405	0,35	440	0,5
do^{4}	350	0,2	380	0,3	415	0,43
Forma p. un valor	c = 0,75		c = 0,76		c = 0,78	

❿ Características de las campanas

NOTAS GENERALES PARA EL PROYECTO

El primer encargo de Dios para construir un templo, con precisas especificaciones formales y técnicas, se encuentra en la Biblia (*Éxodo*, 25-27).

En una sinagoga, el punto de referencia central no es un altar, sino el estrado elevado para predicar (*Almemor* → 6), con dos asientos para el rabino y el chantre, desde los que se lee el tora. La sinagoga se orienta hacia Jerusalén. En el testero se encuentra el armario para guardar los rollos del tora (*Arón Ha-Kodesch* → 6).

Entre el *Almemor* y el *Arón Ha-Kodesch* se encuentra el pasillo para la solemne procesión de anunciación de los textos sagrados.

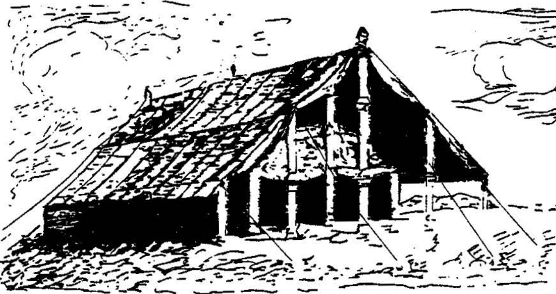
La sinagoga suele estar unida a un centro comunitario en forma de sala, para rezos y reunión. El espacio para las mujeres debe estar separado y fuera del campo de visión de los hombres; muchas veces se sitúa en un lugar elevado. En la entrada se encuentra una fuente o una pila para lavarse las manos. El baño ritual (baño judío), con un estanque para que se sumerjan las mujeres, se suele situar en el sótano y debe disponer de agua natural corriente sin conductos de metal. En las sinagogas liberales se colocan a veces órganos, pero nunca como piezas para ser contempladas.

La edificación de una sinagoga es el intento siempre nuevo de resolver un conflicto que se define por el emplazamiento de dos elementos espaciales de igual importancia —el *Almemor* y el *Arón Ha-Kodesh*— dentro de un espacio sagrado.

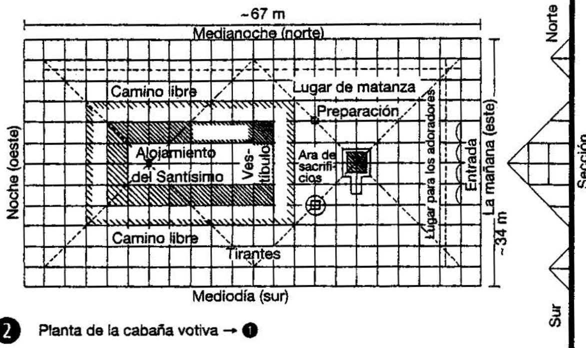
En las sinagogas ortodoxas el *Arón Ha-Kodesh* se encuentra en la mayoría de los casos en la pared oriental (mizrají) y el *Almemor* en el centro del espacio. En sinagogas liberales se juntan espacialmente los dos elementos y se orientan a la pared este.

Los símbolos de la estrella de David, del candelabro con siete brazos y de las tablas de la ley mosaica son elementos imprescindibles.

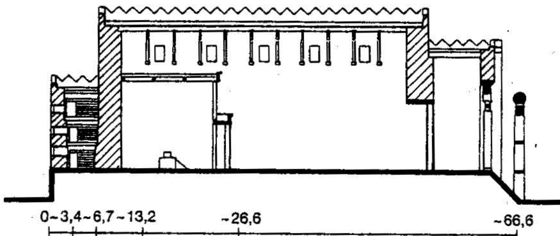
En la ornamentación quedan excluidas las imágenes de personas, solo se admiten motivos florales, geométricos o caligráficos.



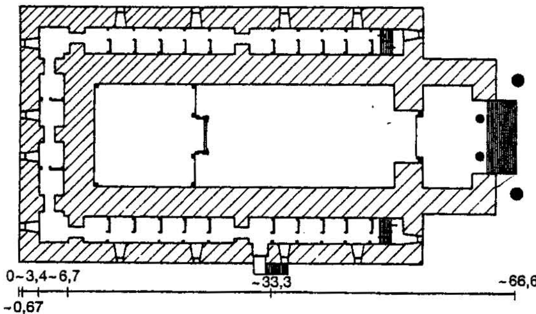
1 Cabaña votiva, primer templo de los judíos



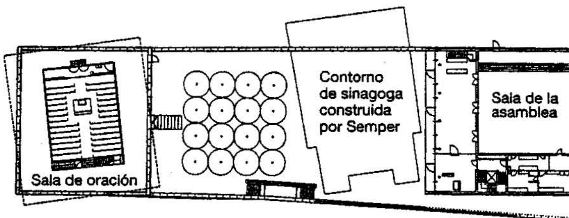
2 Planta de la cabaña votiva → 1



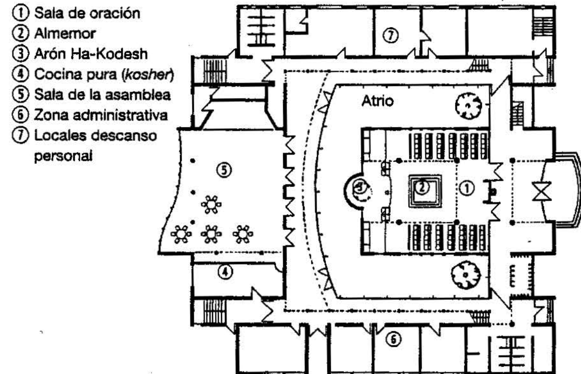
3 Templo de Salomón, Jerusalén. Sección longitudinal



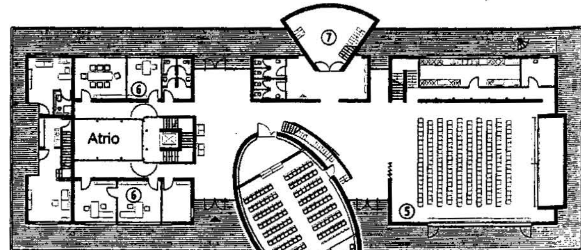
4 Planta del templo



5 Vestíbulo de oración y sala de la asamblea en edificios diferentes, separados por atrio. Sinagoga de Dresde Arqs.: Wandel Hoefer Lorch + Hirsch



6 Vestíbulo de oración en el patio interior. Sinagoga de Darmstadt Arq.: Alfred Jacoby

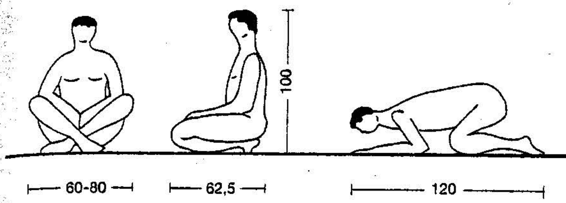


7 Vestíbulo de oración en el patio interior. Sinagoga de Darmstadt Arq.: Alfred Jacoby

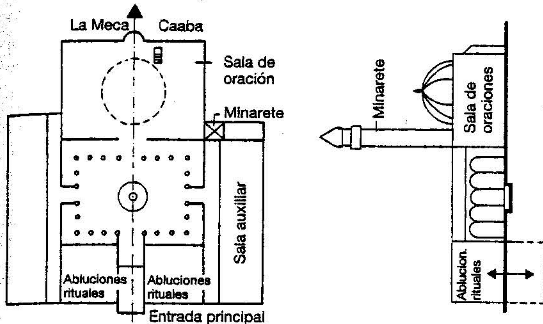
Arquitectura religiosa

SINAGOGAS

Notas generales para el proyecto

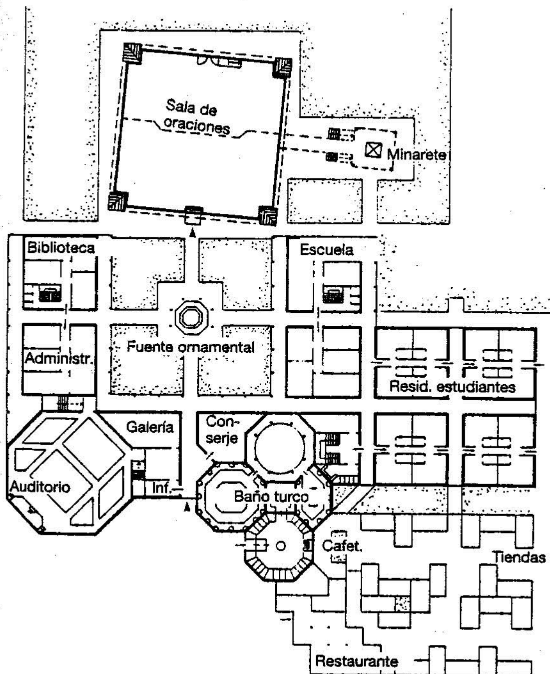


❶ Persona en oración

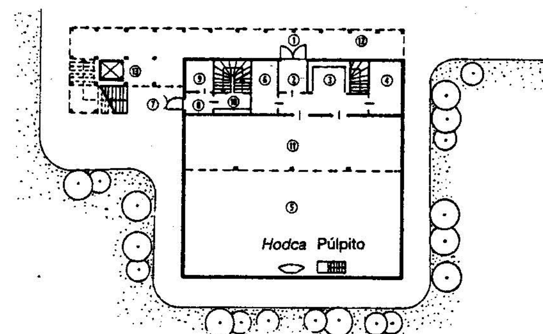


❷ Esquema funcional

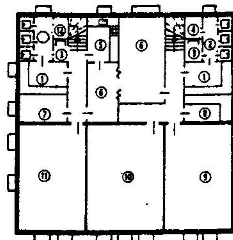
❸ Sección



❹ Centro Cultural Islámico, Colonia — Arq.: Ruhi Alagöz



❺ Centro Cultural Islámico, Fráncfort — Arq.: Ruhi Alagöz


❻ Planta sótano → ❺

Planta baja
① Entr. hombres
② Distribuidor
③ Zapatos
④ Oficina
⑤ Sala oraciones Nivel inf. hombr.
⑥ Inform. hombres
⑦ Entr. mujeres
⑧ Distribuidor
⑨ Inform. mujeres
⑩ Zapatos
⑪ Sala oraciones Nivel sup. mujeres
⑫ Balcón
⑬ Minarete con ascensor

Planta sótano
① Lavamanos
② Aseo
③ Ducha
④ Baño
⑤ Cocina
⑥ Comedor
⑥ Inform. hombres
⑦ Calefacción
⑧ Peluquería
⑨ Aula hombres
⑩ Biblioteca y sala de conferencias
⑪ Aula mujeres
⑫ Baño

Una mezquita es un lugar de oración, centro cultural, lugar de reunión de la comunidad, tribunal, escuela y universidad (para el Islam, el Corán es la fuente central de reglas de la vida, formación, leyes, religión, etc.).
En los países islámicos, la mezquita se encuentra en el bazar, el centro de la vida pública. En los países que no disponen de bazar, junto con la mezquita deberían proyectarse otros equipamientos: peluquería, tiendas de alimentos, cafetería, etc.
En la ornamentación no están permitidas las figuras humanas o de animales, solo motivos vegetales y geométricos (arabescos), así como versos del Corán en caligrafía árabe.

Minarete
Las mezquitas pequeñas raras veces disponen de un minarete, pero las grandes siempre. En el mundo islámico no existen ni órganos ni campanarios. Desde el minarete —al que se accede mediante una escalera o ascensor que llega hasta la galería superior, generalmente cubierta— resuena cinco veces al día la llamada del almuecín a la oración; en la actualidad, se efectúa por medio de un altavoz, aunque en muchos países no está permitido.

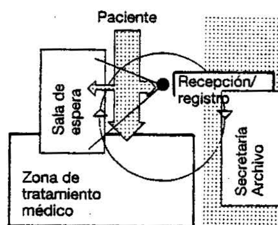
Sala de oración
Se dimensiona a partir del espacio que necesita una persona para rezar, unos 0,85 m². Suele ser cuadrada o rectangular, a menudo cupulada, y está orientada hacia La Meca. En el testero (*qibla*) está el nicho de oración (*mihrab*) y a su lado el púlpito para la oración de los viernes (*minbar*) por el imán de la mezquita, al que se accede siempre con un número impar de peldaños. Existe una división, generalmente simbólica, que separa a mujeres y hombres.

Acceso
En la zona de la entrada se sitúan estantes para el calzado de los creyentes y salas para las abluciones rituales y duchas, siempre con agua corriente. El inodoro, generalmente una placa turca, se sitúa en perpendicular a La Meca. Estas instalaciones tienen entradas separadas para hombres y mujeres.

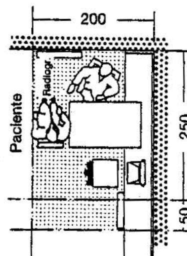
Fuente ornamental
Muchas mezquitas disponen de un patio interior de igual tamaño que la sala de oración, que en los días festivos se utiliza como ampliación de la misma. El patio dispone de una fuente ornamental (*tschescheme*) para abluciones rituales. En los países cálidos se plantan árboles para dar sombra según una configuración geométrica.

Salas anexas
El programa se completa con biblioteca, sala de conferencias, aulas, almacenes y viviendas, al menos para el imán y el almuecín.

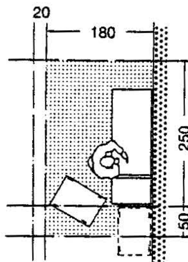
CONSULTORIOS INDIVIDUALES Y COMPARTIDOS



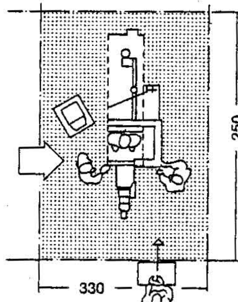
❶ Recepción como esclusa e instrumento de control del recorrido de los pacientes



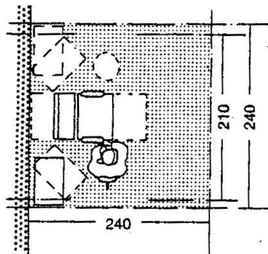
❷ Espacio mínimo para realizar entrevistas médicas



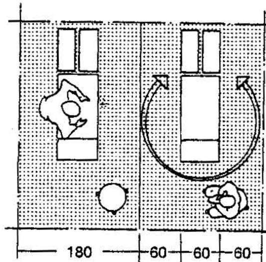
❸ Espacio mínimo para explorar a un paciente tumbado



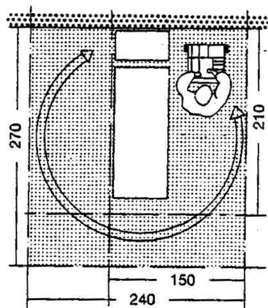
❹ Aparatos de rayos X con mesa de mandos



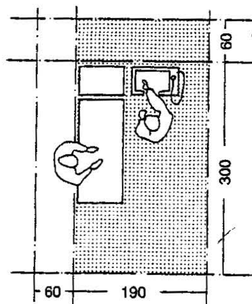
❺ Espacio mínimo para extracciones de sangre



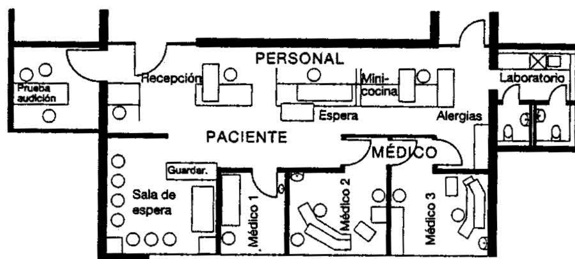
❻ Hilera de camillas para masaje



❼ Espacio mínimo para electrocardiogramas



❽ Espacio necesario para ultrasonidos



❾ Consulta de otorrinolaringología, Stuttgart Arq.: Ulrike Mansfeld

Consultorios individuales

Una consulta médica para un especialista debe tener una superficie mínima de unos 150 m² y funciones separadas espacialmente, que serán compartimentadas y ampliadas según las especialidades. En general, se distinguen y separan las zonas de pacientes y del personal.

En el acceso se encuentra la sala de espera, con guardarropa y aseos; el área médica con la sala de consultas se ubica junto a la zona de espera, y a su vez deben estar cerca de las salas de tratamiento y los laboratorios. Es aconsejable disponer de una ampliación del sector de consultas y de exploración médicas para repetir tratamientos, al igual que una zona separada para la exploración funcional. El número y el tamaño de las salas dependen de las calificaciones técnicas de los médicos (internista y médico general, cirujano, traumatólogo, ginecólogo, etc.).

Los aseos para los pacientes, los vestuarios para el personal con aseos y las salas de estar del personal completan el programa espacial. En la zona de espera es aconsejable tener rincones de juegos infantiles separados (por ejemplo, en ginecología).

Sala de espera

El tamaño depende del número y la frecuencia de uso de las salas de tratamiento con relación a la especialidad del médico. En la distribución de un consultorio organizado con cita previa es posible minimizar el tamaño de la sala de espera.

En la **recepción** se programan las citas y el registro de las prestaciones efectuadas. Desde ella, el personal debe poder controlar la sala de espera y el acceso. Es necesario que la conexión con la zona de funciones médicas sea lo más corta posible.

Sala de consultas

La sala de consultas médicas (12-16 m²) debe estar cerrada visual y acústicamente, ya que se utiliza primordialmente para entrevistas y asesoramiento médico, así como para estudios de informes médicos, diseños de planes de terapia y protocolos. Debe contar con un escritorio con ordenador, dos sillas como mínimo y un negatoscopio.

Salas de exploración y de tratamiento

(≥ 20 m²) Se diferencian según forma y tipo de tratamiento. El equipo mínimo de la sala es una silla y una camilla, un taburete giratorio, una mesa de trabajo con lavabo y una mesa de instrumentos. Debe haber la suficiente holgura de movimientos para el médico y el paciente.

El tamaño de otras salas de exploración y tratamiento (terapia, rayos X, muestras de sangre) dependerán de los instrumentos, aparatos, mobiliario y vestuario (1,5 m²) utilizados para cada especialidad. Puede prescindirse de una secretaría por separado. Lo mejor son recepciones amplias, con buena iluminación natural, lugares de trabajo (ordenador) y acceso directo a las actas de pacientes (archivo). Los lavatorios con expendedores de desinfectante adicionales deben disponerse en todas las salas con contacto a pacientes y de tratamiento.

Consultorios compartidos

El concepto de "consultorio compartido" significa que dos o más médicos se unen para el ejercicio profesional en común y con personal y salas compartidos. También existen los "centros médicos", con gran variedad de consultorios dentro de un edificio, cuya ventaja son las cortas distancias en caso de tener que consultar a un especialista. Con la creación de consultorios comunes se puede ahorrar notablemente espacio y mejorar la eficiencia y el confort, si, por ejemplo, pueden compartirse unidades de exploración funcional como rayos X, laboratorios y terapias, al igual que administración y salas del personal.



GENERALIDADES, MODULACIÓN DE MEDIDAS

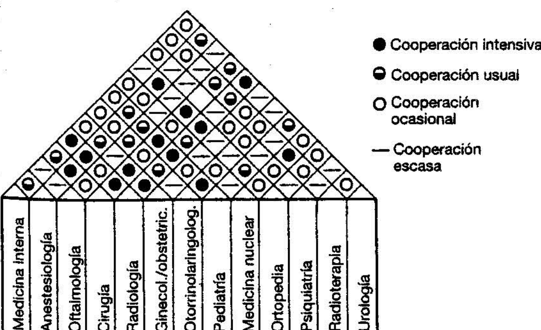
	Unid. asistencia	Quirófanos	Cuidados intensiv.	Esterilización	Neonatología	Urgencias	Laboratorio	Medic. nuclear	Unid. diagnóstico	Radiología	Diálisis
Unid. asistencia		△	△	□	△		△	□	△	○	△
Quirófanos	△		○	○	○	○	△	△	△	△	
Cuidados intensiv.		○		△	△	△	△		△	△	△
Esterilización	□	○	△		△	△			△		
Neonatología	△	○	△	△		△	△		□	□	
Urgencias		○	△	△	△		△		○	○	
Laboratorio	△	△	△		△	△		△	○	□	△
Medic. nuclear	□	△					△		○	○	
Unid. diagnóstico	△	△	△	△	□	○	○	○		○	
Radiología	○	△	△		□	○	□	○	○		□
Diálisis	△		△				△		△	□	

○ Necesitan muy buena conexión
△ Conviene buena conexión
□ Conexión deseable

1 Conexión entre las unidades

Valores indicativos de superficies	Superficie útil según DIN 277
para hospital general de especialidades generales con unas 300 camas	
Áreas funcionales DIN 13080	Superficie por cama (superficie útil/m²)
1.00 Exploración y tratamiento	12
2.00 Enfermería	18
3.00 Administración	2
4.00 Servicios sociales	3
5.00 Abastecimiento y gestión residuos	7
Total superficie útil	42 m²
Superficies técnicas	8 m²
Circulaciones	19 m²
Suma superficie construida útil	69 m²
Superficie de construcción (construcción nueva tipo esqueleto)	11 m²
Total superficie construida	80 m²
Superficie construida / superficie útil	≈ 1,9

2 Valores indicativos de superficies para un hospital normal



3 Esquema de cooperaciones de las especialidades médicas

Los costes de inversión y servicio que exige la construcción de un nuevo hospital son extraordinariamente elevados, por lo que es necesario diseñar un plan de funcionamiento y programa espacial ajustado para reducir los costes de personal y servicio. La planificación se elabora y define conjuntamente con la autoridad competente, los promotores, el cuerpo médico, los arquitectos, los especialistas y los futuros administradores del hospital. Basándose en el programa funcional y la distribución en planta, debe considerar la estructura y la geometría del edificio, al igual que los sistemas de instalaciones y acabados, los equipos según las exigencias médicas y el mobiliario. Los hospitales, las clínicas y los centros de salud son establecimientos dedicados a cuidar y proporcionar asistencia a pacientes con enfermedades agudas o crónicas. Según su tipo y envergadura, los objetivos médicos asistenciales determinan el número y el tamaño de cada unidad de especialidad y tratamiento. El área de hospitalización de los hospitales modernos tiene un ambiente tipo hotel. El ambiente habitual antiguamente, que hacía hincapié en las exigencias higiénicas, no es aconsejable. El tiempo de estancia de un paciente es cada vez más corto. En hospitales especializados, la relación de superficies de las unidades de asistencia con las zonas de exploración y tratamiento se acerca a la proporción 1:1. Las reformas del sistema sanitario denotan un gran cambio en el ámbito de los hospitales y de su financiación: pueden ser públicos, privados o de caridad.

Organización

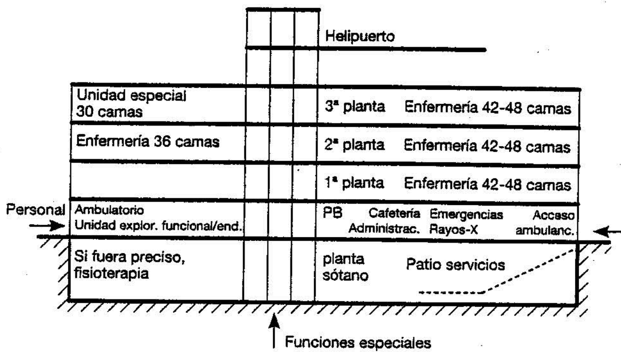
Los hospitales generales se estructuran en los siguientes sectores funcionales: asistencia, exploración y tratamiento, aprovisionamiento, retirada de residuos, administración e instalaciones técnicas. A estos sectores se añade una zona de viviendas, en muchos casos una zona de enseñanza e investigación (clínicas universitarias), así como las correspondientes salas auxiliares. Los sectores enumerados están claramente diferenciados en el funcionamiento interno del hospital. Lo importante es conseguir una rápida comunicación vertical y horizontal, manteniendo el mayor grado de sectorización posible. Los hospitales se dividen, según su función, en hospitales generales, hospitales especializados y clínicas universitarias. Los cambios actuales en las políticas de salud tienden a otras estructuras de financiación y a nuevas tipologías de construcción, como centros de atención sanitaria u hoteles para pacientes. Los hospitales se dividen en edificios de asistencia básica (hasta aprox. 240 camas), de asistencia general (hasta aprox. 520 camas) y de asistencia especializada (hasta 800 camas), en dependencia directa con sus respectivas especialidades.

Clínicas universitarias

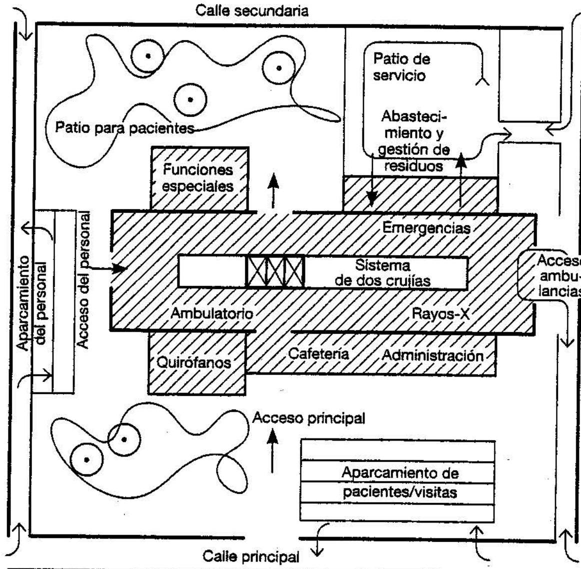
Las clínicas universitarias, junto con los grandes hospitales generales, son los establecimientos sanitarios que ofrecen mayores servicios y disponen de unas instalaciones de diagnóstico y terapia especialmente amplias, debido a que también realizan trabajos de investigación y docencia. Las aulas y salas de demostraciones se deben ordenar de manera que la presencia de alumnos no afecte al buen funcionamiento del hospital. Las habitaciones deben ser más grandes para facilitar las visitas con alumnos. En muchos casos, las clínicas universitarias exigen la redacción de un programa de necesidades especial.

Hospitales especializados

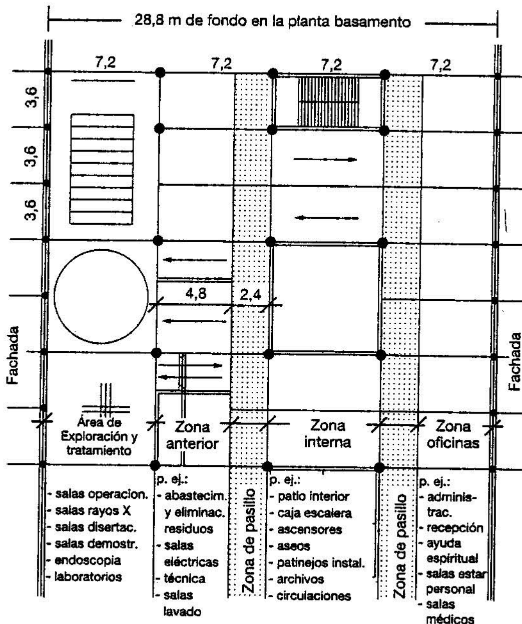
Están orientados a determinados tipos de tratamiento o grupos de enfermos: hospital de accidentados, clínica de rehabilitación, clínica ortopédica o clínica maternal. También son frecuentes los sanatorios para tuberculosis, oncológicos, neurología, etc.; o una combinación de balneario, centro de rehabilitación y residencia de ancianos. El número de estos hospitales va en aumento, debido a la intensificación de las especializaciones médicas.



1 Organización vertical del un hospital estructurado de forma compacta, aprox. 200 camas



2 Solar: aprox. 15.000 m² para un hospital con aprox. 200 camas y 3-4 plantas. Tipo bloque basamento



3 Retícula de construcción para el área de exploración y tratamiento

Programa espacial

Antes del proyecto básico debe contarse con un programa funcional detallado de las necesidades y la estructura de todo el hospital. La posible creación de especializaciones de un hospital repercute en el tipo y el tamaño de cada una de las unidades. Los valores indicativos de superficies facilitan una visión general con relación al tamaño de cada área funcional.
Por todo ello, los valores indicativos son solo recomendaciones, y dependerán de la especialización del hospital y de las prestaciones que ofrezca.

Planificación de obras

En la concepción del proyecto es muy importante considerar las posibles modificaciones de uso durante la vida útil del hospital. Por ello, deben considerarse trayectos de trabajo cortos, desarrollos eficientes y relaciones funcionales.
Para el proyecto de edificios nuevos de asistencia general pueden calcularse 42 m² de superficie útil por cama y unos 200-280 m³ de volumen total construido por cama.
Por lo general, los hospitales se construyen en diferentes etapas o, según sea el caso, como ampliaciones de hospitales existentes. Por ello, se realiza un plan de desarrollo anticipado (a escala 1:500), que indica las distintas etapas y plantea un orden logístico. La construcción y el diseño (dirección de circulaciones, pasillos) tendrán en cuenta diferentes posibilidades de ampliación. El arquitecto debe prestar atención anticipada a las ordenanzas y reglamentaciones vigentes para la construcción de hospitales (ordenanza general para construcción de hospitales, ordenanzas de trabajo en hospitales, ordenanza regional sobre la edificación, etc.).

Coordinación de medidas según DIN 18000

Una ordenación modular de las medidas es el punto de partida más favorable para poder satisfacer las exigencias de estrategia del proyecto. Esta modulación de las medidas está definida en la norma DIN 18000, donde se establecen los sistemas de referencia, los módulos básicos y múltiples para determinar la función, la situación y las dimensiones de un elemento constructivo (→ DIN 18000). Para la construcción de hospitales se recomienda el módulo 12 M = 1,2 m. Si la modulación resultante es demasiado grande, es preferible atenerse a 6 o 3 M. En el sistema reticular así formado se encajan todas las partes del edificio. Una vez establecidas las retículas horizontal y vertical se puede incorporar la estructura portante. La unificación de las medidas tiene consecuencias muy favorables para el desarrollo de la construcción. El módulo dimensional se debe adaptar a los sistemas de construcción existentes en el mercado.

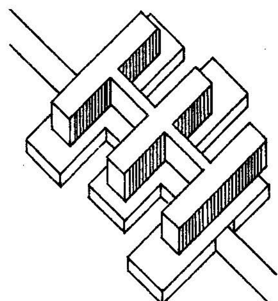
Retícula estructural

En la construcción de hospitales, la retícula estructural no puede derivar de algunos espacios dominantes, sino que depende del proceso laboral interno en las diferentes unidades de funcionamiento.
Además, este módulo estructural debe permitir una buena ordenación de las circulaciones, así como la posibilidad de una diferenciación entre las unidades de funcionamiento de uso principal, auxiliar y circulaciones.
La comparación entre diferentes unidades de funcionamiento y sus espacios necesarios conduce a una retícula estructural adecuada para todas las unidades de funcionamiento.
La experiencia y la práctica aconsejan establecer una retícula estructural de 7,2 o 7,8 m.
Con estas dimensiones entre pilares pueden proyectarse adecuadamente todas las unidades de un hospital. Las retículas menores no son convenientes, ya que es más difícil situar las grandes salas (p. ej., los quirófanos) que no deben tener pilares intermedios.

Sanidad

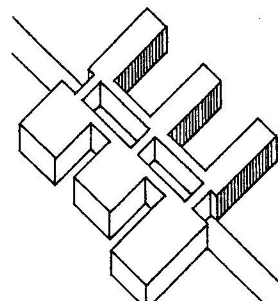
HOSPITALES
Generalidades, modulación de medidas
Proyecto
Ejemplos
Pasillos, puertas, escaleras, ascensores
Áreas funcionales
Ambulatorios
Centros de atención primaria, ejemplos
Exploración y tratamiento
Enfermería
Administración, servicios sociales
Abastecimiento y gestión de residuos
Aprovisionamiento técnico

❶ Pasillo principal abierto



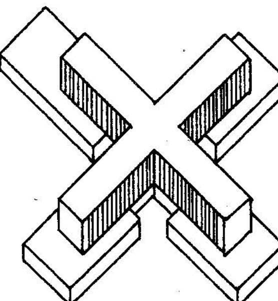
❷ Área de hospitalización sobre el área de exploración y tratamiento

❸ Pasillo principal abierto, área de unidades de enfermería junto al área de exploración y tratamiento



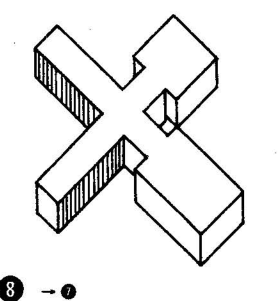
❹ → ❸

❺ Pasillo principal cerrado, área de unidades de enfermería sobre área de exploración y tratamiento



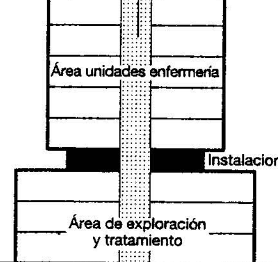
❻ → ❺

❼ Pasillo principal cerrado, área de unidades de enfermería al lado de área de exploración y tratamiento



❽ → ❼

❾ Posibilidades de ampliación



❿ Tipología vertical; sección de hospital con área de unidades de enfermería sobre la de exploración y tratamiento

Vida útil

Estructura, elementos constructivos y equipamiento presentan un período de vida diferente. La estructura deberá estar compuesta de pilares y vigas, para que la construcción sea lo más flexible posible. Según las unidades, tanto el equipamiento como los elementos constructivos suelen sustituirse tras un período de entre 5 y 10 años, lo cual puede repercutir de manera importante en la estructura espacial (p. ej., aceleradores de partículas, tomógrafos para resonancias magnéticas). El montaje y desmontaje de este tipo de aparatos debe considerarse en la fase de planeamiento para evitar modificaciones posteriores de la estructura portante (costes elevados).

Solar

El solar para un hospital de nueva planta debería ofrecer suficiente espacio para el edificio, accesos, posibles ampliaciones y, a ser posible, en un lugar tranquilo y no contaminado. En su elección deben tenerse en cuenta las vías de acceso para visitas y pacientes, personal, suministros y ambulancias, así como helipuerto. El tamaño mínimo en planta de un hospital quirúrgico medio es de unos 15.000 m².

Orientación

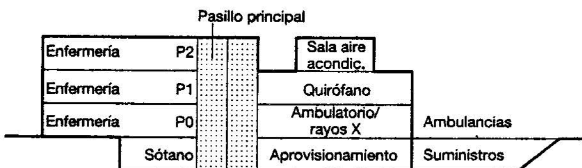
La orientación más favorable para las salas de tratamiento es a norte, entre noreste y noroeste. Para las habitaciones de enfermos, la mejor orientación es de sur a sureste: sol agradable por la mañana, poca acumulación de calor, escasas medidas de protección solar, ambiente templado al atardecer. Las salas orientadas al oeste o al este tienen un asoleo más profundo en verano, pero en invierno apenas disponen de sol.

Tipologías

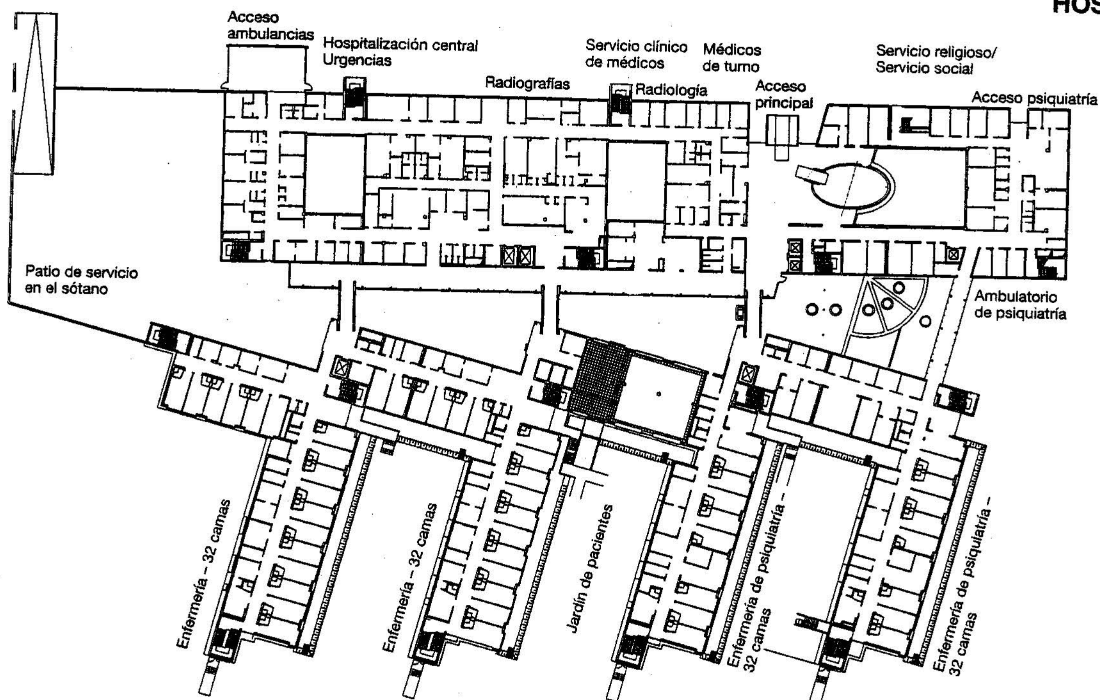
La forma del edificio viene determinada en gran medida por la elección del sistema compositivo y de recorridos. Por ello, al comenzar el proyecto es preciso decantarse por un esquema con pasillos principales formando “figuras” ramificadas (unidades por separado) o por uno con una distribución radial que parta de un núcleo central. También debe considerarse la posibilidad de realizar ampliaciones. Una solución práctica consiste en anexionar la nueva construcción a un pasillo principal. Deberán evitarse los recorridos cerrados en sí mismos, ya que las ampliaciones conllevarían costes elevados y la intervención en áreas en funcionamiento. Al edificar en altura hay que procurar que las funciones de asistencia, tratamientos, abastecimiento, evacuación, acceso de camillas, patio de servicios, garaje subterráneo, almacenes, administración y servicios médicos estén bien relacionados y de fácil acceso. A continuación se propone un modelo de **articulación vertical** adecuada:

- Planta de cubiertas: helipuerto, central de climatización.
- Plantas 2-3: unidades de asistencia.
- Planta 1: quirófanos, central de esterilización, unidad de cuidados intensivos, maternidad, asistencia posparto y asistencia infantil.
- Planta baja: vestíbulo, radiología, servicios médicos, ambulatorio, entrada camillas, urgencias, información, administración, cafetería.
- Sótano 1: depósito, fisioterapia, cocina, central de climatización y ventilación, radioterapia, acelerador de partículas.

Para esto se deben considerar las diferentes exigencias de alturas de piso: unidades de enfermería aprox. 3,4 m (descontando la construcción = losa de hormigón con construcción de suelo = 35 cm = 3,05 de altura libre), área de exploración y tratamiento aprox. 4,2 m de altura de piso total, aprovisionamiento y/o instalaciones técnicas aprox. 4,2-5 m de altura total de planta.



⓫ Tipología horizontal; sección de un hospital con área de unidades de enfermería contigua a la de exploración y tratamiento



1 Hospital católico de San Juan Nepomuceno, Erfurt, planta baja

Arqs.: Thiede Messthaler Klösges

Enfermería general – cirugía

Enfermería general – ginecología

Enfermería general – cirugía

Servicios de turno

Enfermería general – cirugía/ otorrinolaringología

Servicios médicos Cirugía

Servicios médicos Anestesistas

Consultorios medicina interna

Conferencias

Diálisis

Abastecimiento de esterilización

Quirófanos

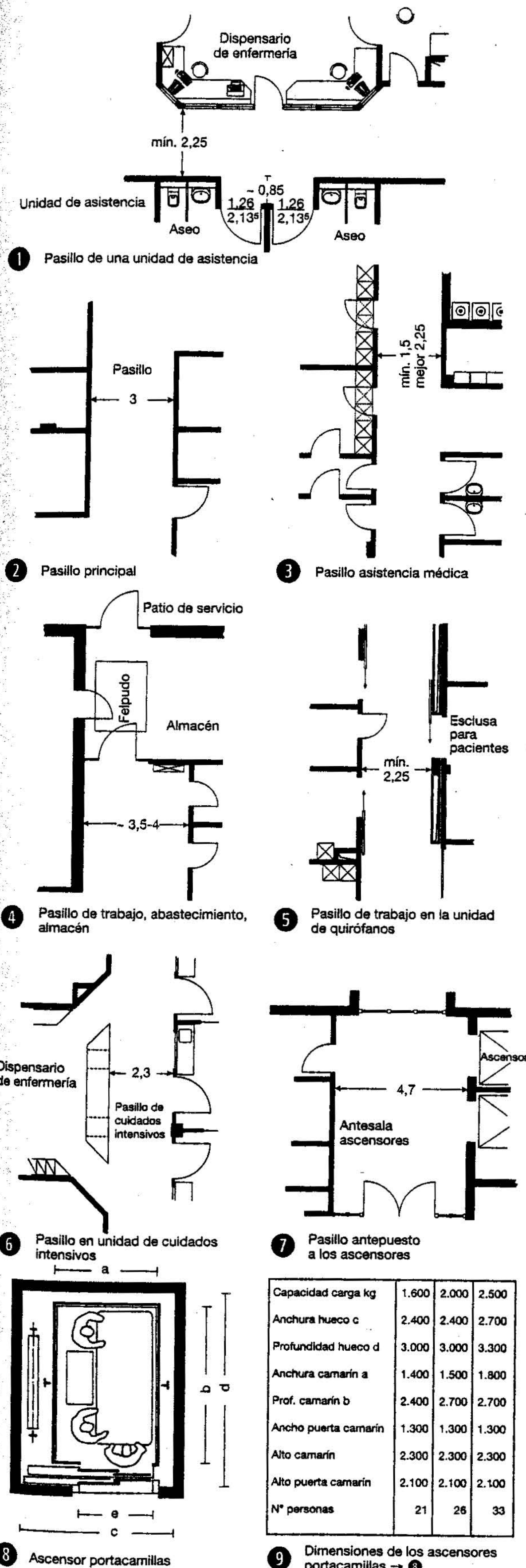
Administración

Medicina intensiva

2 Clínica Helios, Gotha, planta primera

Arqs.: Wörner + Partner

PASILLOS, PUERTAS, ESCALERAS, ASCENSORES



❶ Pasillo de una unidad de asistencia

❷ Pasillo principal

❸ Pasillo asistencia médica

❹ Pasillo de trabajo, abastecimiento, almacén

❺ Pasillo de trabajo en la unidad de quirófanos

❻ Pasillo en unidad de cuidados intensivos

❼ Pasillo antepuesto a los ascensores

❽ Ascensor portacamillas

Capacidad carga kg	1.600	2.000	2.500
Anchura hueco c	2.400	2.400	2.700
Profundidad hueco d	3.000	3.000	3.300
Anchura camarín a	1.400	1.500	1.800
Prof. camarín b	2.400	2.700	2.700
Ancho puerta camarín	1.300	1.300	1.300
Alto camarín	2.300	2.300	2.300
Alto puerta camarín	2.100	2.100	2.100
Nº personas	21	26	33

❾ Dimensiones de los ascensores portacamillas → ❽

Pasillos

Los pasillos se deben dimensionar para la mayor circulación previsible. Los pasillos de acceso público deben tener al menos 150 cm de anchura. Aquellos por los que hayan de pasar camillas deberían tener una anchura libre de 225 cm como mínimo. El falso techo suspendido se puede bajar en los pasillos hasta una altura de 240 cm. Las ventanas para iluminación y ventilación no deberían distar más de 25 m entre sí. La anchura útil de los pasillos no puede reducirse puntualmente por la existencia de pilares u otros elementos constructivos. Según las normativas locales de edificación, puede ser necesario colocar puertas de protección contra humos en los pasillos de las diferentes unidades.

Puertas

La posición y la elección de las puertas deben acometerse con gran atención en la planificación de hospitales. El tipo y la calidad de las puertas interiores dependen de las exigencias acústicas y de protección contra incendios. El revestimiento superficial debe ser resistente a los productos de limpieza y de desinfección a largo plazo.

Las alturas libres de las puertas dependen de su tipo y función:
- Puerta normal (medidas de obra gruesa): 88,5 × 213,5 cm.
- Puertas para acceso de camas: 126-137,5 × 213,5 cm.
- Puertas en pasillos: 240 × 240 cm/doble hoja.

En los muros cortafuegos deben colocarse puertas RF90, que estarán abiertas mediante dispositivos de retención electromagnética de modo que no entorpezcan los servicios.

Escaleras

Por motivos de seguridad, las escaleras se construirán para que, en caso de necesidad, tengan capacidad suficiente para la circulación vertical global. Deben estar protegidas contra la transmisión de ruidos y olores, y en ellas no deben existir corrientes de aire. Además, cumplirán las correspondientes normas de seguridad aplicables en cada caso. Las escaleras deben disponer de pasamanos en ambos lados, sin extremos libres. No son admisibles las escaleras principales de caracol. La anchura útil de las escaleras y rellanos debe ser 1,5 m como mínimo y no puede ser superior a 2,5 m. Las puertas no pueden reducir la anchura útil de los rellanos (p. ej., al abrirse). Se aceptan peldaños con una contrahuella ≤ 17 cm y se exige una huella > 28 cm. Se recomiendan peldaños con una relación huella/contrahuella de 30/15. Normativa para hospitales: las puertas que conducen a las cajas de escalera deben abrirse en el sentido del recorrido de evacuación.

Ascensores

Los ascensores deben permitir el transporte vertical de personas, personal y todos los materiales de abastecimiento y desecho. Por motivos higiénicos y estéticos debería establecerse una separación de usos. Las dimensiones de la cabina de ascensores portacamillas permitirán colocar una cama de hospitalización y dos acompañantes. La superficie interior debe ser lisa, resistente a la limpieza y desinfectable, el suelo será antideslizante. Las cajas de ascensores deben ser resistentes al fuego. Por cada 100 camas se calcula un ascensor polivalente para el transporte de camas, pacientes que puedan andar y visitas.

Además, se dispondrán ascensores más pequeños y en una buena situación para aparatos móviles y personal:

- Medidas interiores de la cabina: 0,9 × 1,2 m
- Medidas interiores de la caja de ascensor: 1,25 × 1,5 m

Cód.	Nombre	Cód.	Nombre
1.00	Exploración y tratamiento	3.03	Información y documentación
1.01	Hospitalización y urgencias	3.04	Biblioteca
1.02	Servicio médico		
1.03	Diagnóstico funcional	4.00	Servicios sociales
1.04	Endoscopia	4.01	Equipamiento de servicio
1.05	Laboratorios de análisis clínicos	4.02	Serv. asist. religiosa y serv. social
1.06	Patología	4.03	Vestuarios del personal
1.07	Diagnóstico de radiología	4.04	Comedores del personal
1.08	Diagnóstico medicina nuclear	5.00	Aprovisionam. y gestión residuos
1.09	Quirófanos	5.01	Abast. mat. clínico y medicinas
1.10	Maternidad	5.02	Abast. material esterilizado
1.11	Radioterapia	5.03	Abastecimiento de aparatos
1.12	Terapia de medicina nuclear	5.04	Preparación de camas
1.13	Fisioterapia	5.05	Aprovisionamiento alimentación
1.14	Terapia ocupacional	5.06	Abastecimiento de ropa
1.15	Servicios de personal de turno	5.07	Almac. y recepción suministros
		5.08	Mantenimiento y reparaciones
2.00	Enfermería	5.09	Eliminación de residuos
2.01	Enfermería general	5.10	Servic. manutención y transporte
2.02	Neonatología		
2.03	Medicina intensiva	6.00	Investigación y docencia
2.04	Diálisis	6.01	Investigación
2.05	Enfermería pediátrica	6.02	Docencia
2.06	Enfermedades infecciosas	6.03	Formación y cursos
2.07	Enferm. psiquiátr. y salud mental		
2.08	Enfermería de medicina nuclear	7.00	Otros
2.09	Enfermería de internamiento	7.01	Servicios de urgencia
2.10	Geriatría	7.02	Diálisis de cuidados limitados
2.11	Clínica de día	7.03	Guardería infantil
		7.04	Servicios externos
3.00	Administración	7.05	Servicios internos
3.01	Dirección y administración	7.06	Vivienda
3.02	Archivo		

❶ Configuración de un hospital en áreas funcionales y en unidades de funciones según DIN 1308

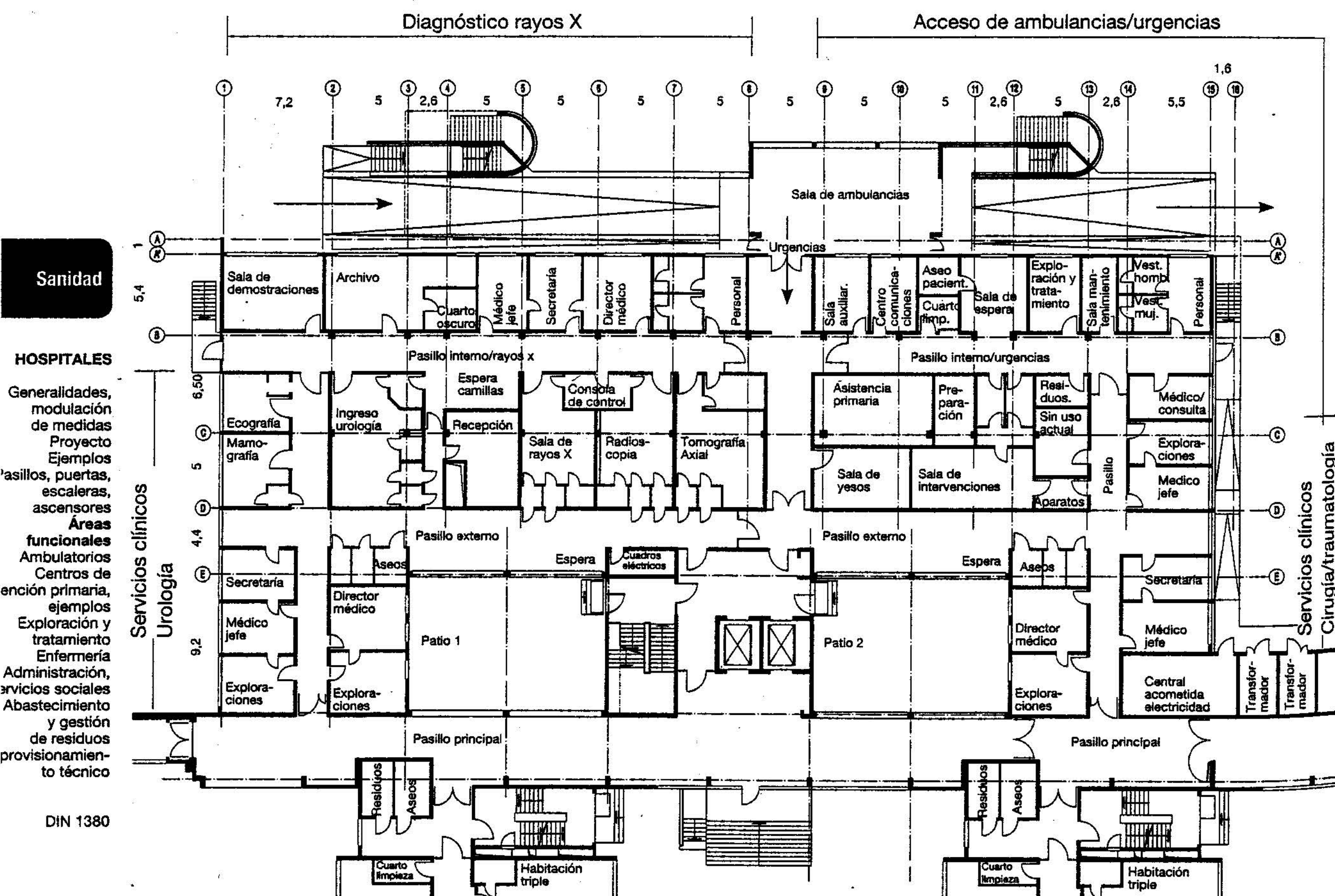
Un hospital se organiza por áreas y unidades funcionales, reguladas en la norma DIN 13080:

- Exploración y tratamiento
- Enfermería
- Administración
- Servicios sociales
- Investigación y docencia
- Otros

Dentro de la organización de un hospital, las áreas de exploración y tratamiento, junto con las unidades de enfermería, son las más importantes, por sus particularidades médicas y de equipamiento técnico.

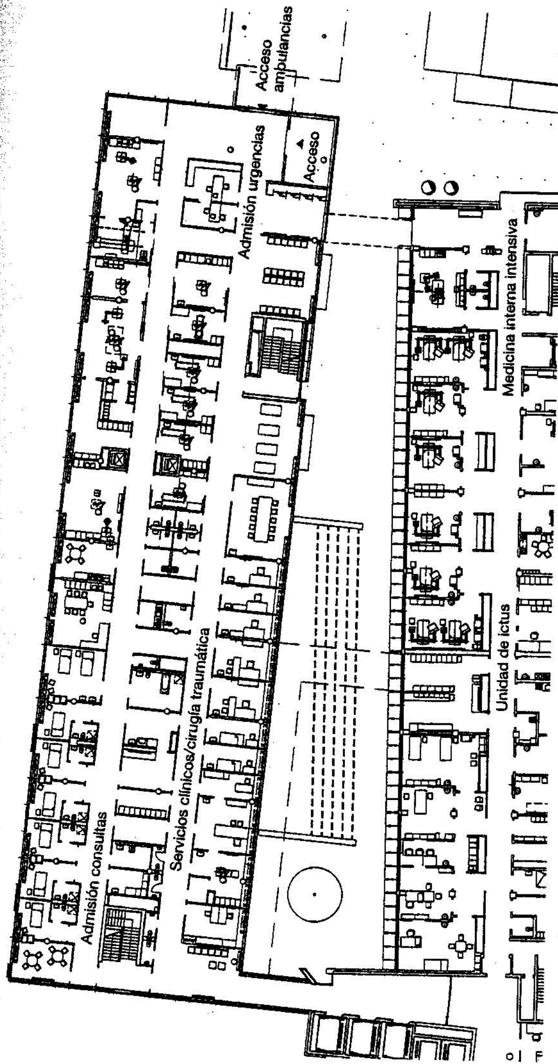
El tipo de contacto entre paciente y médico varía según la especialidad, así como también la frecuencia de las exploraciones a los pacientes. La definición exacta de la situación de las áreas de exploración y tratamiento en el edificio y entre ellas debe efectuarse de una manera global. Las diferentes unidades del área de exploración y tratamiento deben emplazarse preferentemente en los niveles de sótano, planta baja y primer piso. Para ello debe concentrarse el programa de usos ambulatorios en la planta baja.

Es importante disponer todo el conjunto de especialidades médicas en un área comunicada para asegurar una mejor cooperación y consulta.

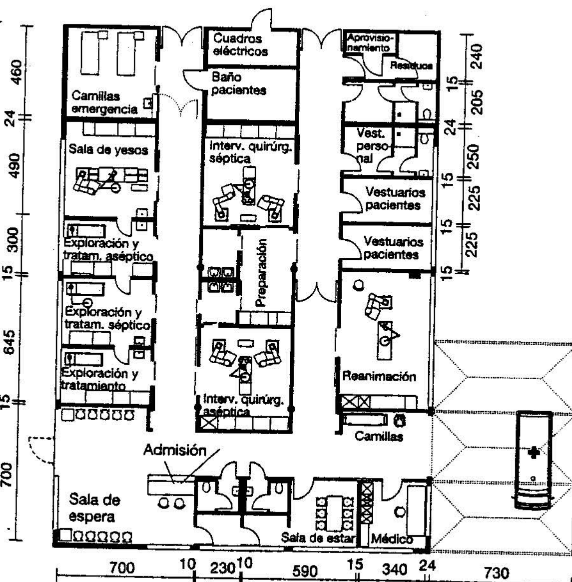


❷ Fracción de planta, hospital Luckenwalde, 300 camas

Arqs.: Thiede Messthaler Klösges



❶ Planta baja de ambulatorio, hospital Berlín-Spandau (actualmente clínica Vivantes Berlín-Spandau) Arqs.: Heinle, Wischer y Partner



❷ Urgencias, clínica Helios, Gotha Arqs.: Wörner + Partner

Ambulatorios

La situación de las salas de tratamiento para enfermos ambulatorios tiene especial importancia.

En el proyecto debe preverse una circulación separada para la zona de urgencias y la de ingresos hospitalarios. El número de pacientes depende del tamaño del centro hospitalario y de las especialidades médicas que atienda. Si se prevé una llegada regular de casos de urgencia por accidente, se puede crear una unidad propia, separada del resto del hospital. De todas maneras, existirá una comunicación rápida con las unidades de radiología y de quirófanos. Es preciso considerar la creciente importancia de las operaciones ambulatorias (prever zonas de espera de mayor tamaño y salas de tratamiento).

Cirugía ambulatoria

En el futuro, el número de cirugías ambulatorias irá en aumento. Estas unidades podrán vincularse a los hospitales existentes integradas en las áreas quirúrgicas o como consultorios autónomos. En un hospital, esta unidad debe estar situada cerca del acceso principal y de la unidad de urgencias.

Los pacientes que se tratan en centros quirúrgicos ambulatorios (para la realización de tratamientos quirúrgicos electivos, en el marco de un concepto de tratamiento ambulatorio, de clínica de día o en régimen de internamiento corto) están en una condición corporal y anímica diferente a la de los pacientes ingresados por urgencias para tratamientos en régimen de internamiento.

Unos sistemas de señalización comprensibles, así como un ambiente alegre y que inspire confianza, son elementos especialmente ventajosos

La unidad de cirugía que tenga como especialidad la cirugía ambulatoria electiva contará con un programa espacial "moderno", de pequeños quirófanos (aprox. 30 m²), una sala de cambio de camilla multifuncional, pequeñas salas de lavado para dos quirófanos, una sala de reanimación para cinco enfermos y un área de descanso. No son precisas las salas de acceso de camillas, salida de camillas, depósitos y clásicas esclusas para pacientes.

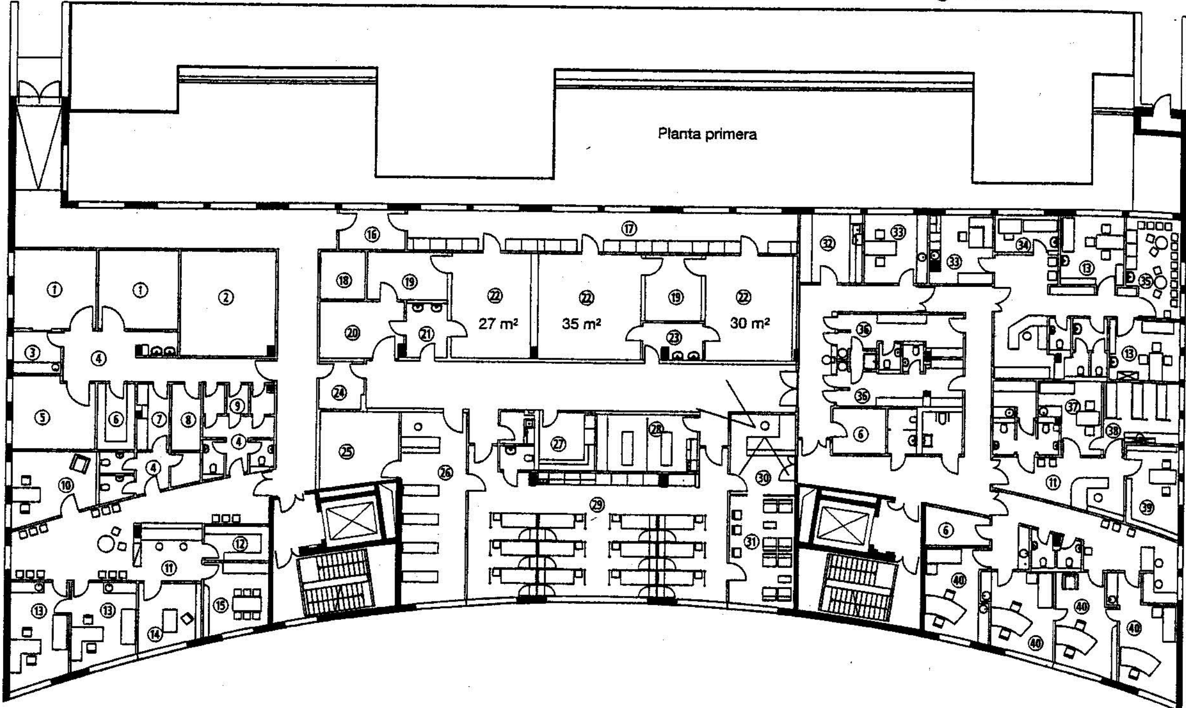
Centros de atención primaria

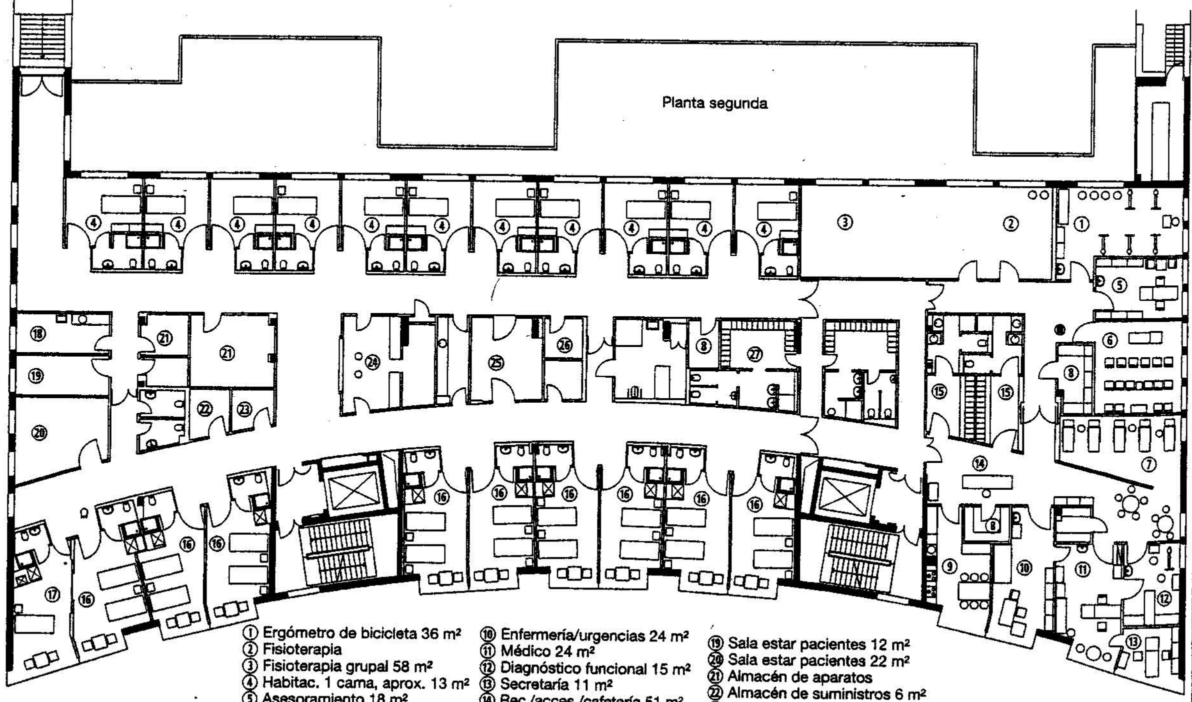
Son centros de salud de consultas, separados del hospital pero asociados a uno de ellos. Atienden a pacientes en el marco de un tratamiento ambulatorio o de corta estancia. La estructura espacial y la organización de las instalaciones de enfermería hospitalaria son sustancialmente diferentes de la de los hospitales. Debe considerarse el espectro de enfermedades y prestaciones médicas y pueden reducirse las instalaciones médicas técnicas. Las exigencias higiénicas del equipamiento interior es menos estricta (p. ej., suelo alfombrado, parqué).

En ellos no se realizan cuidados en régimen de internamiento ni terapia para pacientes con enfermedades contagiosas o crónicas u otras complicaciones, p. ej., quirúrgicas. En consecuencia, las exigencias normativas para edificios hospitalarios pueden suavizarse mediante solicitudes de licencia especial cuidadosamente justificadas o, incluso pueden quedar derogadas según las características del proyecto.

La cantidad y la calidad de las instalaciones de ventilación, anestesia, brazos de suministro de techo, dispositivos de protección contra la radiación, etc., debe revisarse, pues puede obtenerse un importante ahorro. Para la mayor parte de las intervenciones quirúrgicas no es necesario tener las instalaciones de acondicionamiento y filtración de aire para reducción de gérmenes y partículas (DIN 1946-4), de modo que también la definición previa de la gama de operaciones que se ofrecerán tiene una dimensión económica.

① Sala de intervenciones 20 m²
② Sala ventilación 32 m²
③ Preparación de instrumentos 6 m²
④ Pasillo interno
⑤ Preparación, sala de recuperación postanestésica 19 m²
⑥ Depósito 8 m²
⑦ Esclusa del personal 7 m²
⑧ Desechos 6 m²
⑨ Vestuarios
⑩ Sala de médicos 18 m²
⑪ Recepción/espera 55 m²
⑫ Archivo, servidor 7 m²
⑬ Sala de entrevistas aprox. 18 m²
⑭ Oficina 13 m²
⑮ Sala de estar del personal 14 m²
⑯ Esclusa de abastecimiento 8 m²
⑰ Almacén de material estéril 50 m²
⑱ Sala eléctrica 7 m²
⑲ Aparatos de quirófanos aprox. 12 m²
⑳ Antesala lavado intervenciones 15 m²
㉑ Sala intervenciones quirúrgicas 7 m²
㉒ Quirófano
㉓ Lavado 7 m²
㉔ Esclusa de desechos 7 m²
㉕ Esclusa de pacientes 19 m²
㉖ Sala de recuperación postanestésica (4 puestos) 40 m²
㉗ Sedantes 10 m²
㉘ Anestesia local 19 m²
㉙ Sala de descanso postoperatorio (12 puestos) 110 m²
㉚ Sala de servicios, vigilancia 17 m²
㉛ Espera cirugía ambulatoria 23 m²
㉜ Sala de desinfección 14 m²
㉝ Sala de estar del personal 14 m²
㉞ Sala de aislamiento 8 m²
㉟ Sala de espera 17 m²
㊱ Esclusa de quirófanos 14 m²
㊲ Tratamiento 12 m²
㊳ Unidad ambulatorio del dolor 16 m²
㊴ Oficina 15 m²
㊵ Sala de entrevistas

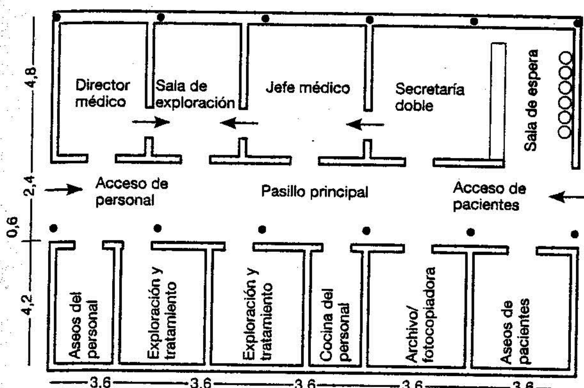




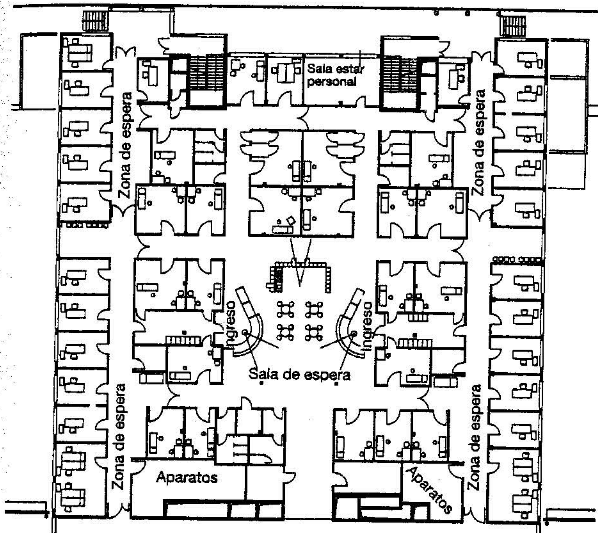
① Ergómetro de bicicleta 36 m²
② Fisioterapia
③ Fisioterapia grupal 58 m²
④ Habitac. 1 cama, aprox. 13 m²
⑤ Asesoramiento 18 m²
⑥ Sala de seminarios 27 m²
⑦ Sala de descanso 25 m²
⑧ Almacén
⑨ Cocina pers./sala estar 21 m²
⑩ Enfermería/urgencias 24 m²
⑪ Médico 24 m²
⑫ Diagnóstico funcional 15 m²
⑬ Secretaría 11 m²
⑭ Rec./acces./cafetería 51 m²
⑮ Vestuarios aprox. 9 m²
⑯ Habit. 2 camas aprox. 23 m²
⑰ *Suite* 23 m²
⑱ Sala estar personal 12 m²
⑲ Sala estar pacientes 12 m²
⑳ Sala estar pacientes 22 m²
㉑ Almacén de aparatos
㉒ Almacén de suministros 6 m²
㉓ Almacén de residuos 5 m²
㉔ Recepción/reconocimiento 18 m²
㉕ Exploración y tratamiento 18 m²
㉖ Ropa 5 m²
㉗ Vestuarios del personal aprox. 11 m²

1 Centro médico en el hospital Oskar-Ziethen, Berlín-Lichtenberg

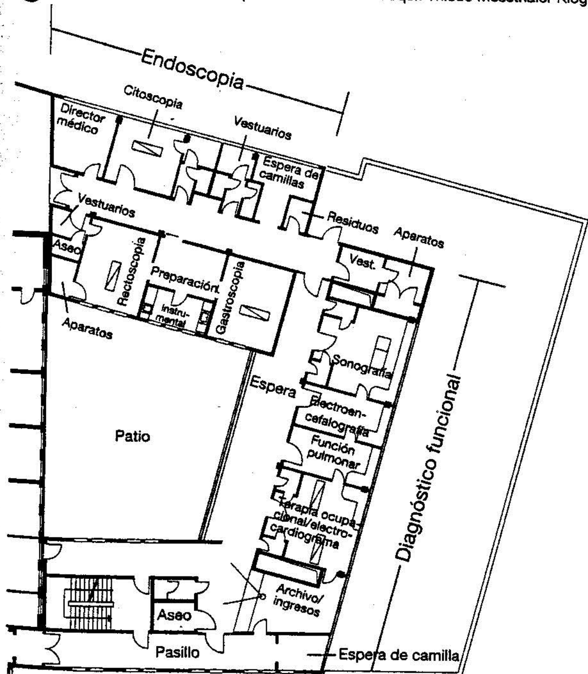
Arqs.: Deubzer König Architekten



1 Unidad de servicio clínico



2 Servicios clínicos interdisciplinarios Arqs.: Thiede Messthaler Klöges



3 Unidad de endoscopia y exploración funcional, hospital Belzig, 200 camas Arqs.: Thiede Messthaler Klösges

Hospitalización y urgencias

Su situación debe facilitar el acceso de los pacientes que lleguen a urgencias, tanto de los que lo hagan en camilla, que deben hacerlo con rapidez a través del acceso de ambulancias (altura mín. = 3,5 m), como de los que lo hagan por sus propios medios por el acceso principal. Una ubicación eficiente de esta unidad es frente al acceso principal.

La unidad se compone de una fila de pequeñas salas de exploración y tratamiento (16-21 m²) equipadas con una camilla, una pequeña lámpara cialítica, armarios con lavamanos y, en algunos casos, un vestuario de pacientes. Aparte de esto, debe disponerse una sala de yesos, una de primeros auxilios y reanimación y salas de intervenciones quirúrgicas (parecidas a quirófanos), todo ello cerca de la unidad de radiología.

Las unidades de medicina clínica, cirugía y anestesia deben agruparse en la proximidad.

En el acceso de ambulancias debe preverse espacio para 2 camillas y 2 sillas de ruedas como mínimo.

Servicios clínicos

Bajo este concepto se resumen todos los despachos de dirección de cada una de las especialidades. El clásico grupo de salas de servicio clínico se compone de un despacho de jefe médico con secretaría, un despacho de director médico y una sala de exploración con zona de espera y aseos antes de llegar a estas salas. Las salas de los servicios clínicos configuran el núcleo de la zona ambulatoria del hospital en la planta baja.

- Medicina general (medicina interna).
  Según la especialidad, se disponen las siguientes salas para servicios médicos:
- Oftalmología
  Sala de tratamiento (25 m²) con lámpara de hendidura, que pueda oscurecerse, salas de tratamiento de estrabismo, sala de láser.
- Otorrinolaringología.
  Sala de tratamiento (25-30 m²), que pueda oscurecerse, con estación de trabajo para la exploración o sillón de tratamiento.
- Urología.
  Conectado con el diagnóstico de rayos X. La sala de tratamiento (25-30 m²) dispone de una mesa de exploración endoscópica, equipamiento con irrigador colgante, desagüe en el suelo. Comunica con una sala de instrumentos con lavado.

Diagnóstico funcional

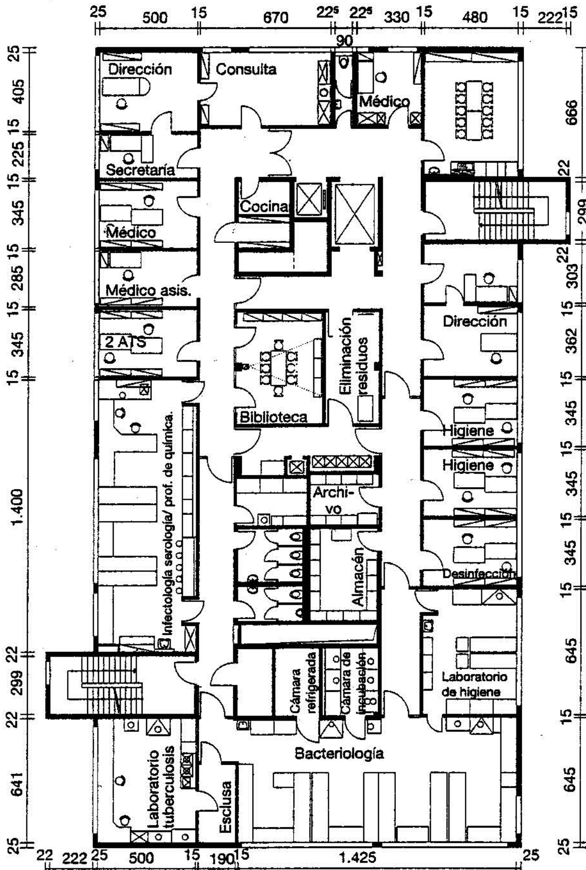
La unidad de diagnóstico funcional está adquiriendo una importancia cada vez mayor debido tanto a los avances en los métodos de reconocimiento cardiológico y torácico como al aumento de los transtornos cardiovasculares y respiratorios.

A todas las salas de reconocimiento y de preparación (como el cuarto para mediciones con catéter) debe llegarse a través de un vestidor.

Endoscopia

Un endoscopio es un instrumento de espejo que sirve para la iluminación y observación de los interiores corporales de un paciente por las aberturas naturales del cuerpo, previa administración de anestesia local.

Se distingue entre gastroscopia, rectoscopia, bronquioscopia, laparoscopia y citoscopia. La preparación de aparatos se encuentra directamente al lado de las salas de exploración y tratamiento. Los aseos de los pacientes deben estar justo junto a estas salas. Esta unidad está formada por las zonas de espera de camillas y las salas de descanso para pacientes (dos puestos de cama por cada sala de endoscopia).



1 Área de laboratorios de las clínicas Dr. Horst-Schmidt, Wiesbaden — Arqs.: Wörner + Partner

Laboratorio de análisis clínicos

Se encarga fundamentalmente de la organización y el análisis de pruebas de sangre, orina y heces. El laboratorio propiamente dicho debe ser un espacio amplio con lugares de trabajo de pie y sentado. Los laboratorios especiales se alojan en cuartos anexos separados. Entre las dependencias auxiliares figuran la sala de estar para el personal, fregaderos, cuarto de vertido, sala de desinfección y cámara frigorífica. Comunicación rápida con otras unidades mediante un sistema de tubos neumáticos. Las unidades de laboratorio pueden estar separadas del todo y trabajar para varios hospitales.

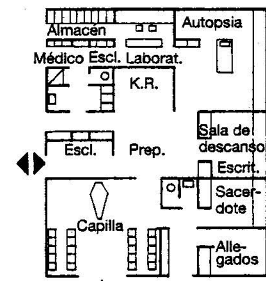
Unidad de anatomía forense, patología

Esta unidad de un hospital está compuesta por las salas de conservación y disección, el depósito de ataúdes, la capilla ardiente, la sala de amortajar y los vestuarios para los patólogos. También hay que procurar que los familiares del difunto puedan localizarla fácilmente y que el recorrido de los empleados de pompas fúnebres sea lo más corto posible. Debería emplazarse cerca del patio de servicio.

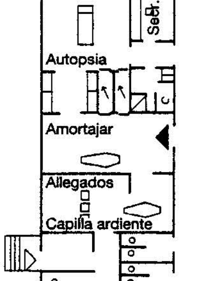
Diagnóstico radiológico

Contiene salas en las que se utiliza radiación iónica para diagnósticos y fines terapéuticos. Es esencial la proximidad al ambulatorio y al acceso de ambulancias. Como los aparatos suelen pesar mucho (hasta 14 t), es razonable que la unidad esté situada en la planta baja o en el sótano. Las salas de diagnóstico individuales facilitarán recorridos cortos por parte del personal que las atiende. Es conveniente proyectar un corredor interno que también sirva de almacén, sala de dictado y, dado el caso, cabina de mandos.

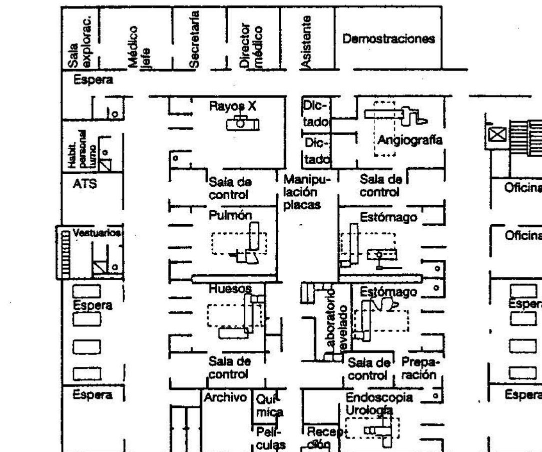
Los tamaños de las salas dependen de su contenido. Ecografía, mamografía y radioscopia maxilar precisan unos 15-18 m²; las de examen con rayos X y de toma de clichés entre 20-30 m². El acceso de los pacientes debe producirse a través de dos vestidores. También es necesario colocar una puerta ancha para camas (1,25 m). Las salas de examen dispondrán de aseos adjuntos para las endoscopias de estómago e intestino. Las salas de angiografía precisan un cuarto de preparación con un sistema de armarios (lavabos, armario para medicamentos). Estarán disponibles gases medicinales. La sala para tomografía asistida por ordenador requiere 35 m². Los pacientes acceden a ella a través de esclusas o vestuarios. La cabina de mandos está conectada a la sala mediante una puerta y ventanas. Conviene planificar un cuarto para el cuadro de mando (10 m²) y otro para el revelado (10 m²). Paredes y techos se protegerán con láminas de plomo (p ej., alojadas en placas de cartón yeso). Los valores equivalentes de plomo en paredes y techos son específicos de los aparatos, por lo que es absolutamente necesario colaborar con los fabricantes de máquinas de rayos X.



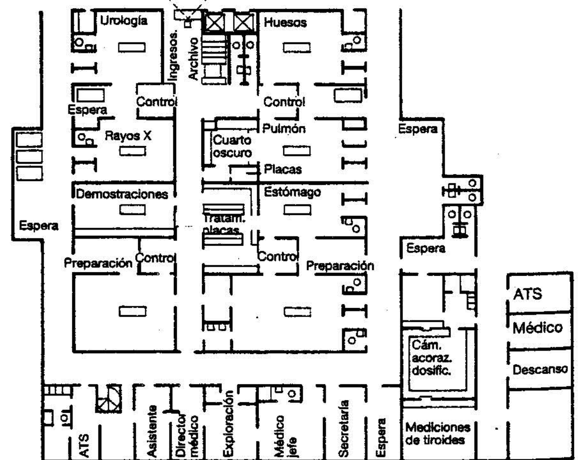
2 Hospital comarcal de Soltau, 354 camas Arqs.: Poelzig, Biermann



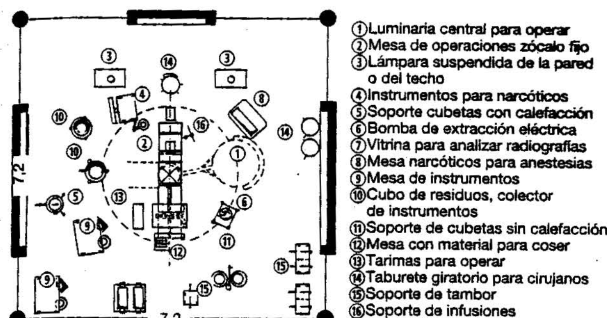
3 Prospectura del Hospital St. Clemens en Geldern, 480 camas Arqs.: Poelzig, Biermann



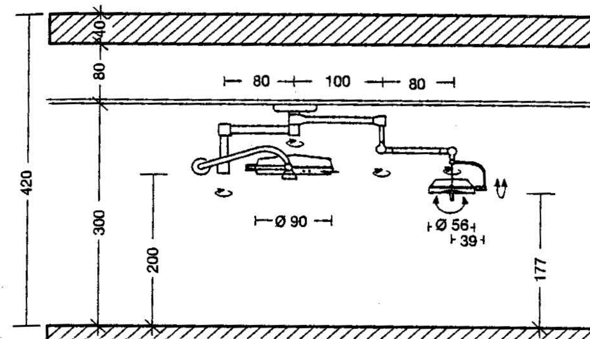
4 Hospital de Múnich-Harlaching, 687 camas — Arqs.: Wichtendahl, Roennich



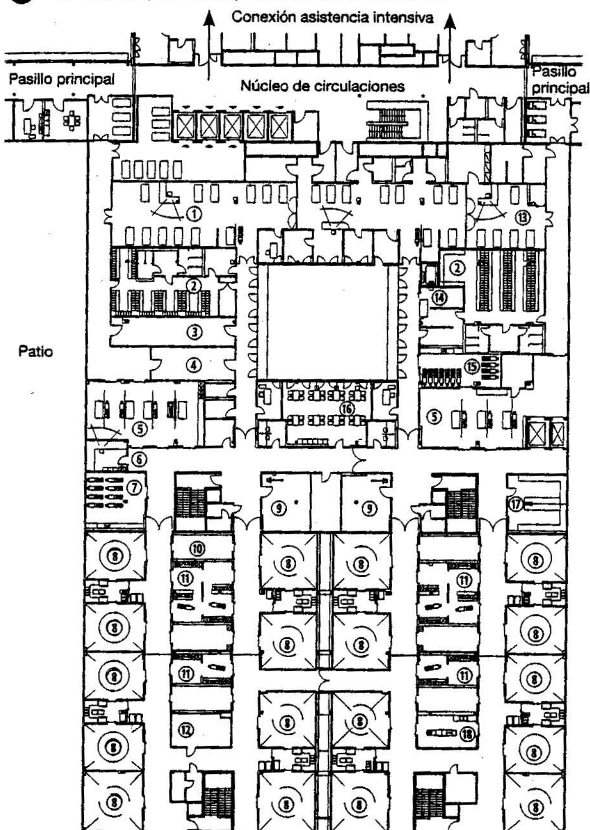
5 Hospital público de Fulda, 732 camas, situación en el centro del área de exploración y tratamiento, cercano a las funciones de diagnóstico funcional y de medicina nuclear — Arqs.: Köhler, Kässens



1 Equipamiento de una sala de operaciones quirúrgicas



2 Luminaria suspendida de quirófano con luminaria satélite



① Sala de recuperación postanestésica
② Vestuarios del personal
③ Esclusa de suministros
④ Esclusa de residuos
⑤ Cambio de camilla de pacientes
⑥ Sala de control de quirófanos
⑦ Limpieza de carros/almacén
⑧ Quirófano
⑨ Aparatos
⑩ Lavado
⑪ Entrada y salida
⑫ Sala eléctrica
⑬ Sala recup. postanestésica infantil
⑭ Eliminación material estéril
⑮ Limpieza de mesas móviles
⑯ Sala de descanso del personal
⑰ Laboratorio de examen histológico
⑱ Sala de yesos

3 Bloque quirúrgico, clínica Helios en Berlín-Buch, 1.000 camas

Arqs.: Thiede Messthaler Klösges Keitel

Quirófano

La ubicación del bloque quirúrgico tiene una importancia decisiva en la distribución general de un hospital. Durante el proyecto debe considerarse la proximidad de esta área a la unidad de medicina intensiva, la unidad de recuperación postanestésica y la unidad central de esterilización, para garantizar una buena comunicación entre ellas. Las unidades quirúrgicas se sitúan eficientemente en un lugar central y de fácil acceso en el núcleo del hospital.

Distribución del bloque quirúrgico

En cada quirófano deben estar las siguientes salas o zonas:
– Quirófano, antequirófano o sala de inducción, esclusa de salida, sala de lavado, almacén de material estéril. Esto corresponde a una superficie total de aprox. 80 m².

El quirófano en lo posible tendrá forma cuadrada, para facilitar el trabajo al girar la mesa quirúrgica en todas las direcciones (tamaño aprox. de 6,5 × 6,5 m). La altura libre debe ser de 3 m; se deben calcular de 70 a 80 cm más de altura para la climatización y las instalaciones. Los quirófanos deben organizarse de manera homogénea para permitir la colaboración interdisciplinar. El equipo básico se compone de un sistema móvil y variable de mesas de operaciones, ancladas a un soporte fijo en el centro del quirófano.

Circulaciones

Para reducir la transmisión de bacterias por contacto se debe realizar una separación entre los diferentes procesos de trabajo. En la actualidad ya no es aceptable el sistema de pasillo único, compartido por pacientes operados y por operar, materiales esterilizados e infectados, personal preoperación y postoperación, sino los sistemas de dos pasillos, en los que se separa la circulación de pacientes y personal, materiales esterilizados e infectados. De todas maneras, no hay unanimidad respecto a la separación óptima entre los diferentes usos, la más aceptada consiste en una separación entre pacientes y la zona de trabajo del personal.

Un **antequirófano** o sala de inducción de anestesia solo tiene sentido en caso excepcionales. Su tamaño es de aprox. 3,8 × 3,8 m. Contará con puertas correderas eléctricas en la cara exterior del quirófano, de 1,4 m de anchura libre, y una ventana que comunica visualmente con el quirófano. El equipamiento consiste en frigorífico, fregadero, mueble de lavado, armario para catéter, conexión para aparatos anestésicos y suministro energético de emergencia.

Una **sala de salida postoperatoria** (reversión de anestesia) solo tiene sentido en casos excepcionales. Está equipada como el antequirófano. La puerta hacia el pasillo de trabajo es corredera y con una anchura libre de 1,25 m. Se debe contemplar un fregadero.

Una **sala de lavado** para, como mínimo, seis plazas de uso simultáneo por parte de todo el equipo quirúrgico; comunicará directamente con el quirófano. La anchura mín. de la sala es de 1,8 m. Las puertas al quirófano dispondrán de motores de apertura automática. Cada quirófano requiere un **almacén de material estéril** de aprox. 10-15 m² al cual se acceda directamente. Algunos sistemas consisten en una disposición con una gran sala central para el material estéril. El almacén de equipos no debe estar situado muy lejos del quirófano. Su tamaño es de 20 m² aprox.

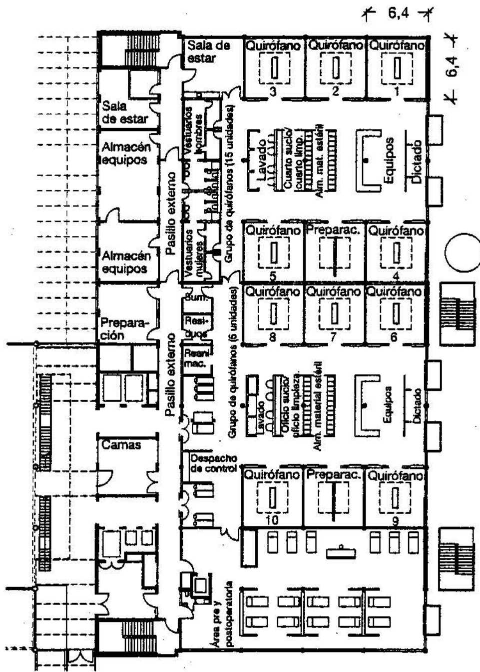
El **control de quirófanos** se debe instalar en un lugar central y con grandes superficies acristaladas para poder ver el pasillo de trabajo. Además de un escritorio, contará con armarios y una pizarra para organizar los procesos internos.

Las **salas de dictado** sirven para que los médicos redacten los informes después de la operación; pueden ser pequeñas, de 6 m².

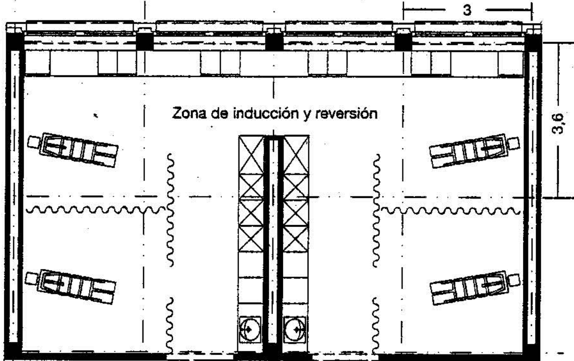
En cada unidad quirúrgica debe haber un **cuarto de limpieza** de 5 m² para limpiarse y desinfectarse después de cada operación.

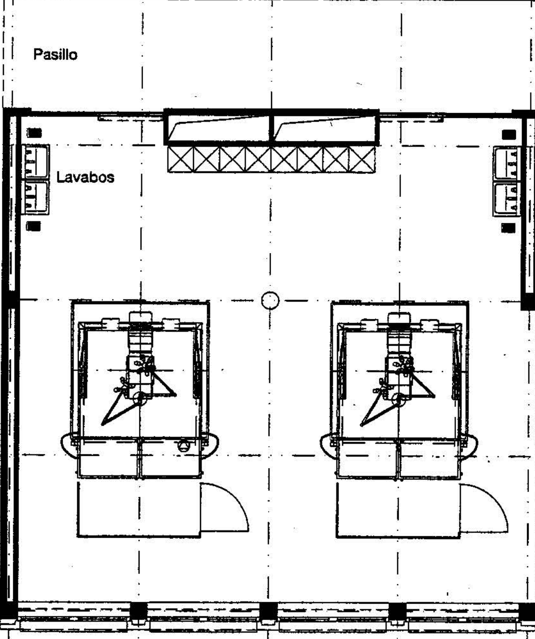
Cerca de la esclusa de pacientes se debe considerar suficiente espacio para guardar las camillas limpias y preparadas. Por cada quirófano se debe reservar espacio para una cama limpia adicional.

Los **aseos** pueden estar distribuidos solo en el área de la esclusa y deben evitarse en el bloque quirúrgico, por razones higiénicas obvias.



❶ Bloque quirúrgico (10 salas), planta primera de la clínica pública de Brandenburgo del Havel, edificio nuevo oeste
Arqs.: Heinle, Wischer und Partner





❷ Quirófano de gran tamaño con su respectiva zona de inducción y reversión

Los quirófanos deben estar conectados a una serie de salas de trabajo y de aprovisionamiento.

Al bloque quirúrgico pertenecen también las esclusas para el personal y los pacientes, la zona para preparación de equipos, la esclusa de residuos, la de abastecimiento, superficies para colocar mesas de operaciones y la sala de recuperación postanestésica, todas ellas situadas en la inmediata proximidad.

La esclusa para pacientes está integrada con las funciones de cambio de camillas, preparación de las mesas de operaciones y el almacén de mesas de operaciones.

Las instalaciones para operaciones cuentan con grupos electrógenos de emergencia con el fin de que, en caso de corte de suministro eléctrico, se garantice la continuación de la operación hasta llevarla a su término.

Cuidados postoperatorios

La **sala de vigilancia** debe acoger a los pacientes de varios quirófanos tras la operación. El número de camas necesarias se calcula multiplicando el número de quirófanos por 1,5. Se debe añadir un pequeño cuarto con una pileta vertedero. Debe existir un puesto de vigilancia para enfermería desde el que se vean todas las camas. Para que los pacientes puedan orientarse con más facilidad, es conveniente que dispongan de luz natural.

La **sala de preparación de equipos anestésicos** dispone de una parte sucia para material no estéril, contaminado con gérmenes, y de otra limpia para aparatos ya preparados.

Cuenta con de dispositivos de lavado, espacio de almacenamiento, superficie de trabajo y esterilizadores de vapor. El instrumental de operaciones será preparado exclusivamente en la unidad central de esterilización ubicada en el exterior del bloque quirúrgico.

Una **sala de yesos** con mesa de enyesado también forma parte del programa espacial de una unidad quirúrgica, sobre todo si está especializada en cirugía ortopédica/traumatológica.

Las dimensiones de la **sala de personal** depende del tamaño de la unidad de quirófanos. Por cada equipo de operación (médicos, enfermeros, anestesistas) se debe contar con ocho colaboradores. Esta sala debe tener suficientes asientos, armarios y un fregadero.

Es aconsejable la **iluminación** natural del quirófano, aunque en muchos casos no es posible debido a su situación

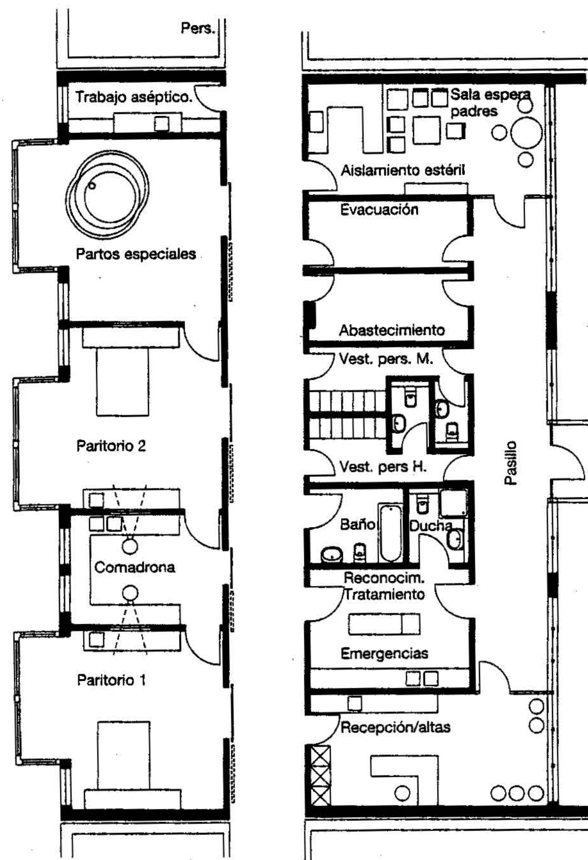
La subdivisión de los quirófanos en zonas sépticas y asépticas es médicamente discutible, pero tiene sentido desde el punto de vista preventivo. Las paredes y el pavimento deben ser lisos y fáciles de limpiar. La iluminación de la zona de operación debe permitir orientar la luz en cualquier ángulo según la situación de la herida operatoria. El **sistema de iluminación** más empleado es la lámpara cialítica de brazo instalada en el techo, formada por una luminaria cenital orientable y equipada, la mayoría de las veces, con una luminaria auxiliar en posición de satélite. En la luminaria principal hay una serie de luminarias más pequeñas que evitan la formación de sombras.

Climatización

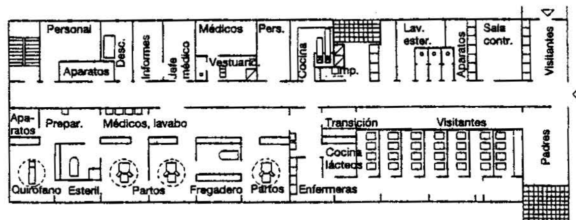
La climatización debe ser total, sin recirculación de aire y con filtros de polvo y desbacterialización. El aire impulsado a través de la instalación de climatización debe estar preparado y en la cantidad necesaria. Para alcanzar una descontaminación correcta del aire entre dos operaciones se necesitan 15-20 cambios de aire por hora.

El espacio de quirófanos debe carecer de bacterias, para ello, no puede existir ninguna corriente sin controlar desde las salas adyacentes. Esto se puede lograr con un cierre estanco al aire en la zona de quirófanos (sistema de construcción con juntas estancas) y/o manteniendo una presión de seguridad (presión más elevada en la zona a proteger que en las salas adyacentes). La norma DIN 1946 parte 4 establece la dirección de circulación del aire entre las salas de la zona de quirófanos. La presión debe ser superior en los quirófanos que en las salas de anestesia adyacentes, la presión mínima corresponde a las salas auxiliares. Las ventanas de los quirófanos deben estar equipadas con manillas con cierre.

Sanidad
HOSPITALES
eneralidades,
modulación
de medidas
Proyecto
Ejemplos
illos, puertas,
escaleras,
ascensores
s funcionales
Ambulatorios
Centros de
ción primaria,
ejemplos
xploración y
tratamiento
Enfermería
lministración,
icios sociales
astecimiento
y gestión
de residuos
visionamien-
to técnico



1 Maternidad/asistencia a partos — Hospital St. Elisabeth, Halle



2 Hospital Waldbröl, 448 camas y zona de lavado directamente accesible desde cada 2 plazas alumbramiento — Arq.: Karl Monerjan



3 Departamento para aceleradores de partículas — Arqs.: U.+ A. Weicken

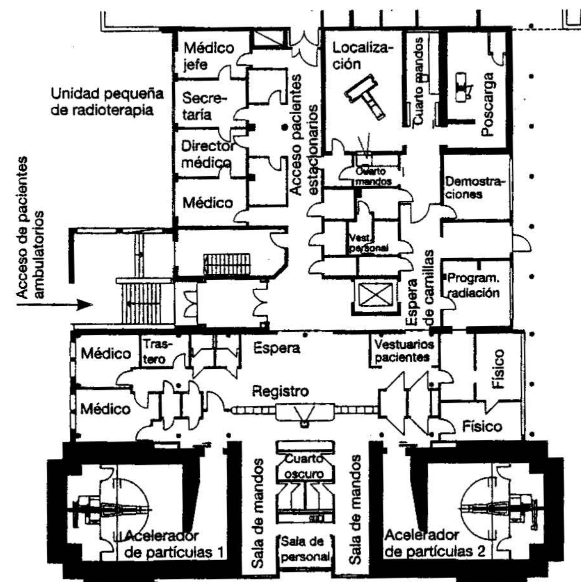
Maternidad hospitalaria

Además de prestar asistencia en los partos naturales, en el bloque obstétrico se tratan las posibles complicaciones del embarazo. Por lo tanto, es estrictamente necesaria una sala de intervenciones parecida a un quirófano (para cesáreas) junto a los paritorios. Si no es posible prever tal sala de intervención dentro de la unidad de maternidad hospitalaria, esta se ubicará cerca del área quirúrgica general. La zona de salas de parto o paritorios debe estar vinculada a las zonas de atención a parturientas y recién nacidos. Al bloque obstétrico pertenece una sala de matronas y vigilancia (con grandes ventanas), así como una sala de dilatación. Las salas de parto están equipadas con una mesa para cambiar pañales con lavatorio integrado y calefactor radiante. Existen otros equipamientos para distintos tipos de parto (p. ej., bajo el agua). Suele tener buena aceptación una bañera de relajación cerca de los paritorios. En la unidad de maternidad hospitalaria trabaja un equipo propio con su respectiva sala de estar, oficio limpio, oficio sucio, recepción, aseos para personal y para pacientes.

Radioterapia

Las salas destinadas a radioterapia requieren unas medidas de seguridad especialmente elevadas. Se deben cumplir las siguientes normas (en Alemania): Ley del Átomo (1976), Protección frente a las Radiaciones (1976), Normativa de los Rayos X (1973), Directrices sobre la Protección de Accidentes para la aplicación médica de materiales radioactivos, DIN 6811, DIN 6812, DIN 6846, DIN 6847 y DIN 6834. La protección frente a la radiación mediante elementos constructivos se puede alcanzar colocando plomo o con gruesas paredes de hormigón, p. ej., hormigón borítico.

El elevado peso propio de los aparatos de radiación y la protección constructiva necesaria frente a los rayos exigen que la unidad de radioterapia esté situada en el sótano o en la planta baja. La altura libre de las salas de radiación debe ser de 3 m; el grosor de las paredes de hormigón: 3 m en las salas de tratamiento y exploración, y 1,5 m en las salas secundarias de la unidad, según el tipo de aparato.



4 Radioterapia, hospital Werner-Forßmann, Eberswalde 475 camas — Arqs.: Thiede Messthaler Klösges

Fisioterapia

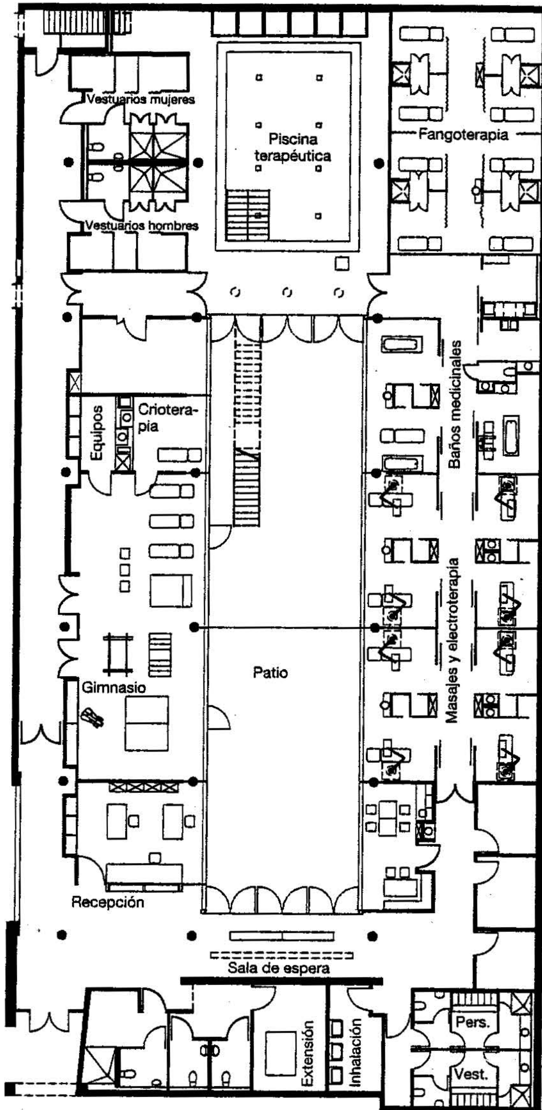
Esta unidad puede ubicarse en el sótano, aunque contará con suficiente iluminación natural mediante lucernarios o patios ingleses.

La unidad de fisioterapia está separada en un área seca y otra húmeda. Esta última está compuesta por una piscina para gimnasia acuática (aprox. 4 × 6 m), el "baño cuádruplo", el "baño mariposa", sala de inhalación, bañeras de hidromasaje, baños para pies y manos, y las salas auxiliares correspondientes. Este ámbito debe disponer de una entrada con recepción. La separación entre las zonas húmedas y secas debe ser clara.

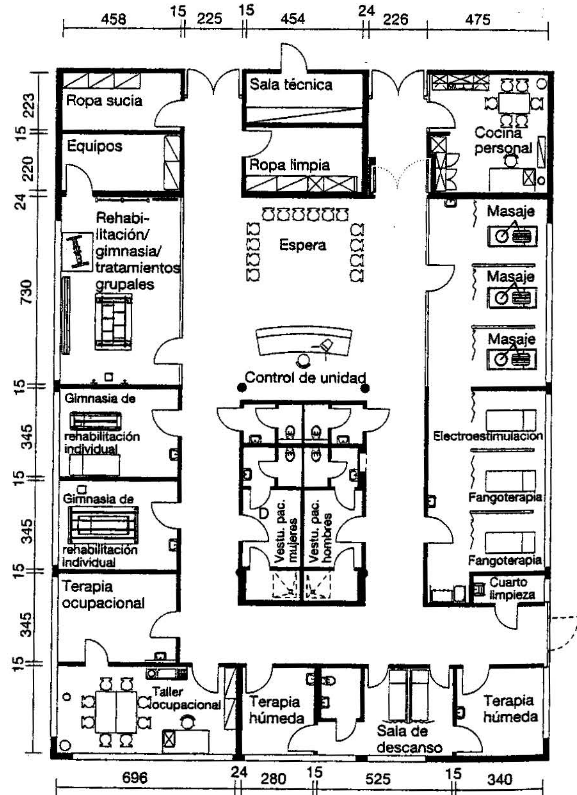
Dentro de los cuartos auxiliares figuran los vestuarios para mujeres y hombres, aseo para personas en silla de ruedas, para personal y para pacientes, sala de estar, almacén para sábanas y toallas, zona de espera, cuarto de limpieza y cuartos de instalaciones para la piscina.

En el área seca se dispone un gimnasio de unos 40-50 m² para terapias grupales, así como para terapias particulares (unos 20 m²), camillas de Bobath y terapias de movimiento. La altura libre debe ser de al menos 3 m.

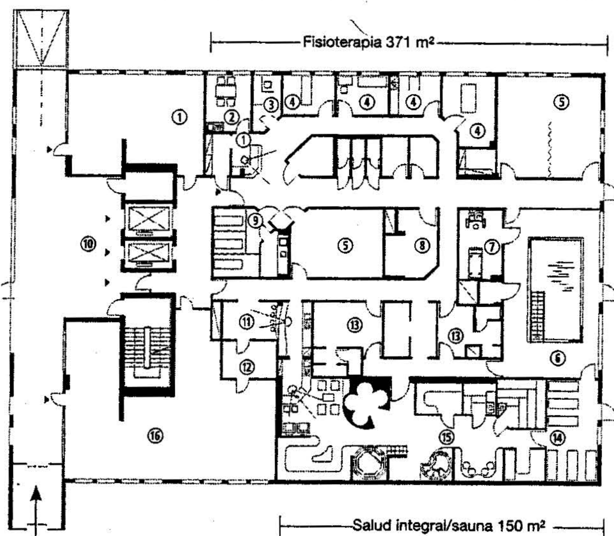
Las salas terapéuticas descentralizadas pueden estar también cerca de otras unidades (p. ej., cirugía traumática, traumatología).



❶ Fisioterapia, primera planta del hospital Berlín-Spandau (actualmente clínica Vivantes Berlín-Spandau) Arqs.: Heinle, Wischer und Partner Freie Architekten

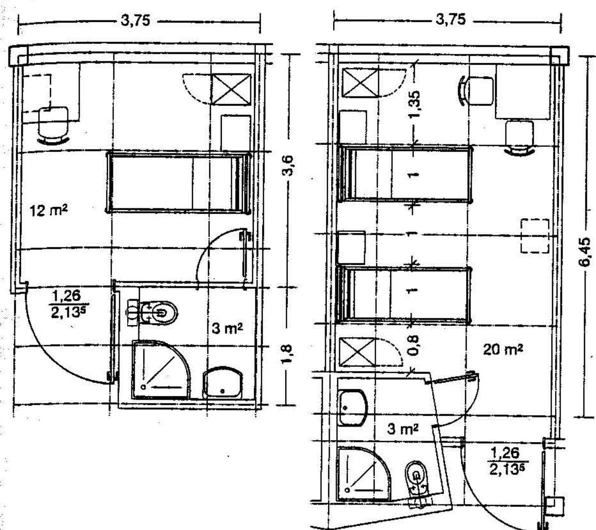


❸ Fisioterapia, clínica Helios, Gotha Arq.: Wörner+Partner



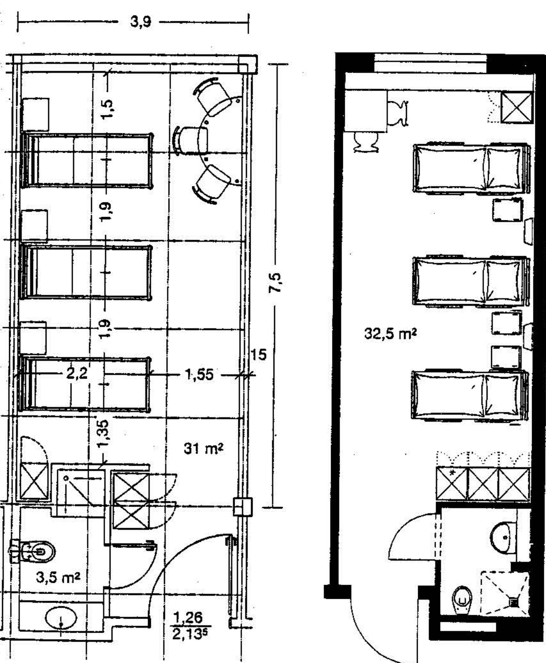
❷ Fisioterapia, planta baja, clínicas Thuringia, Saalfeld-Rudolstadt Arqs.: Thiede Messthaler Klösges Kasper

① Usos especiales (66 m²)
② Sala de estar del personal
③ Oficina
④ Tratamiento
⑤ Gimnasio
⑥ Baño de movimientos
⑦ Baño de cuatro células
⑧ Terapia ocupacional
⑨ Masajes
⑩ Ascensores
⑪ Espera
⑫ Cosmética
⑬ Vestuarios
⑭ Sala de descanso
⑮ Salud integral/Sauna
⑯ Farmacia (132 m²)



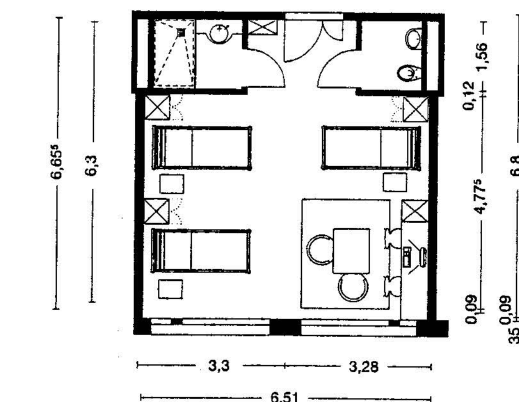
1 Habitación sencilla

2 Habitación doble



3 Habitación triple con ducha, retícula de pilares de 7,8 m

4 Habitación triple estándar



5 Habitación triple exclusiva

Las unidades de hospitalización se organizan como unidades cerradas. Debe evitarse el paso a través de ellas con una buena organización de las circulaciones. Las habitaciones de hospitalización deben tener iluminación natural. Las salas auxiliares —tratamiento, salas para enfermería, farmacia— que no se utilizan como lugares de trabajo permanente pueden proyectarse en la zona interior, iluminadas con luz artificial.

El tamaño normal de una unidad es de 30-36 camas. En caso de una distribución eficiente de las salas centrales funcionales (control de enfermería, cuarto limpio, etc.), pueden unirse varias unidades.

En otros tipos de distribución de las unidades de enfermería pueden lograrse unos tamaños de unidad eficientes de hasta 48 camas. Las habitaciones deben ordenarse para que quede suficiente libertad de movimientos y pueda accederse a las camas desde dos lados. Así mismo, dispondrán de suficientes armarios para los pacientes, y espacio para los medios auxiliares de cuidado (andador, silla de noche) y utensilios médicos.

Enfermería general

Las unidades de enfermería general atienden a los pacientes en régimen de internamiento, en especial a los enfermos de períodos de internamiento breves pero agudos. Deben estar situadas una sobre otra. En hospitales, y en caso de que tengan la misma necesidad de superficie, estarán en la misma posición en todas las plantas.

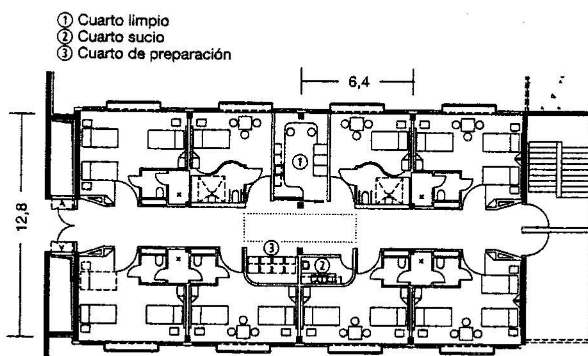
Las unidades individuales de un hospital se usan cada vez más de forma interdisciplinaria y sin división por sexos. Por esto deberían ser proyectadas como módulos combinables. Cada unidad debe contar como mínimo con un despacho para que el médico realice pequeñas exploraciones.

Relaciones espaciales

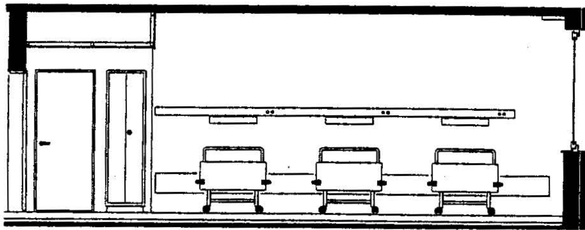
Desde el dispensario (acristalado) de enfermería debe poder vigilarse el pasillo. Los cuartos con medicamentos y ropa deben alcanzarse desde el dispensario (se evita el acceso a los mismos de personal no autorizado). La logística del cuidado de los enfermos reviste una gran importancia desde el punto de vista económico, por tanto, los cuartos de abastecimiento y evacuación de medicamentos, ropa, alimentos y residuos tienen que agruparse en torno al dispensario.

Aseos

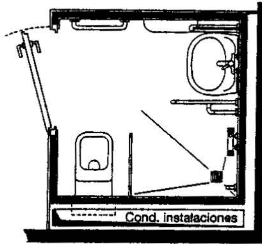
Cada habitación debe contar con su propio aseo con inodoro, lavabo y, en algunos casos, también ducha. A veces se plantean salas de ducha separadas. Los aseos deben ser accesibles para usuarios en sillas de ruedas, en este aspecto, deben considerarse las alturas del lavabo y del inodoro (lavabo, mínimo 86 cm). El inodoro para sillas de ruedas debe ser instalado a unos 49 cm de altura (de suelo a canto superior de asiento). Cada unidad debe poseer aseos para el personal, para visitas y para personas con discapacidad.



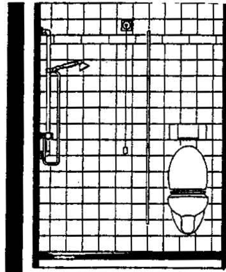
6 Parte de segunda planta, estación de asistencia general, clínica pública de Brandenburgo del Havel, Nueva ala este Arqs.: Heinle, Wischer und Partner



1 Sección longitudinal en una habitación triple



2 Baño para pacientes



3 Alzado → 2

Dimensiones de las habitaciones

Las camas de hospitalización deben estar libres en tres de sus lados y, junto a ellas, espacio para una mesilla de noche. Debe poderse colocar una mesa (90 × 90 cm) con sillas (una silla por paciente) junto a la ventana. El armario empotrado, por lo común en la pared del pasillo, tiene que poder abrirse sin que sea necesario desplazar camas ni mesillas. La dimensión mínima para una habitación individual es de 16 m². En habitaciones dobles y triples hay que sumar 8 m² por persona (normativa oficial para la construcción de hospitales). La anchura de los cuartos debe permitir la salida de las camas del fondo sin necesidad de desplazar las anteriores (anchura mínima 3,45 m para una distancia entre ejes de 3,6 m).

Equipamiento de las habitaciones de hospitalización

Para proteger las paredes de los desperfectos causados por el movimiento de camas, mesillas de noche y carritos de consulta, es preciso montar un protector de plástico o madera (altura 40-70 cm sobre el suelo) en todas las paredes. Este sistema de protección es obligatorio también en los pasillos de la unidad.

Los **armarios para pacientes** deben ser suficientemente grandes. Resulta conveniente proyectar un compartimento para maletas por encima del armario y una caja de seguridad en el interior del mismo.

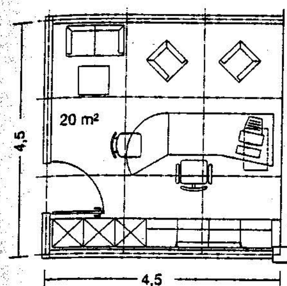
Las **puertas de las habitaciones** deben ser de 1,26 × 2,13 m. Es preciso considerar su grado de protección acústica (a ser posible, 32 dB). Con frecuencia es necesario colocar dispositivos de protección acústica. Resulta recomendable emplear un contrapeso para cierre automático en la parte superior de las puertas, ya que la apertura con los picaportes convencionales es difícil para algunos pacientes y para personal con bandejas.

① Sala de estar de pacientes
② Control enfermería/médicos
③ Equipos
④ Sala de estar del personal
⑤ Aprovisionamiento y gestión residuos
⑥ Baño
⑦ Preparación de camas
⑧ Cuarto de limpieza

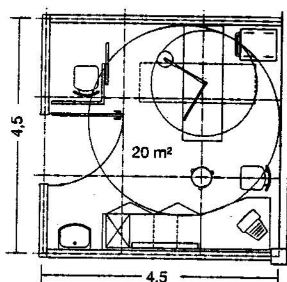
Unidad de cuidados medicina interna (cuidados intermedios), 18 camas
Unidad de cuidados medicina interna (cuidados intermedios), 18 camas
Unidad de hospitalización general, 17 camas
Unidad de hospitalización general, 17 camas
Unidad de enfermería pediátrica y de lactantes, 12 camas
Unidad de enfermería pediátrica y de lactantes, 12 camas
Unidad de hospitalización general, 17 camas
Unidad de hospitalización general, 17 camas

4 Unidad de hospitalización (337 camas), planta segunda, unidad de hospitalización general, clínica pública de Brandenburgo del Havel, Nueva ala este

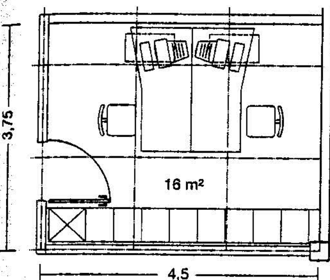
Arqs.: Heinle, Wischer und Partner



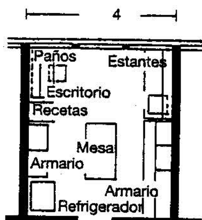
❶ Médico jefe



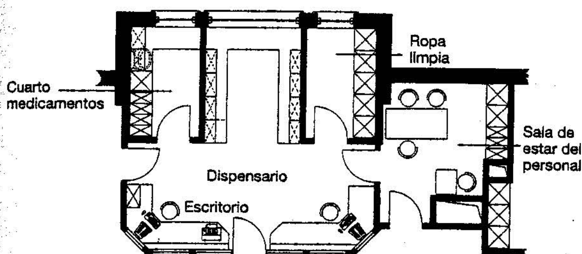
❷ Sala de exploración y tratamiento



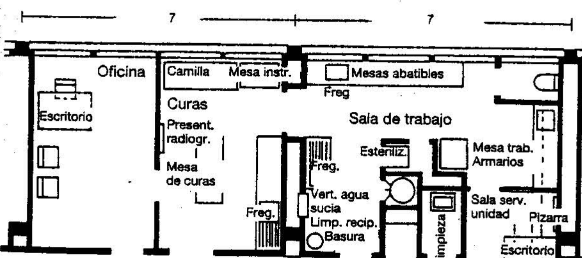
❸ Médico de la estación



❹ Cuarto limpio/medicamentos



❺ Dispensario para enfermeras/os



❻ Conjunto formado por sala de médicos, sala de curas, sala de trabajo para enfermeras y sala de servicio de la unidad   Arq.: Rosenfield

Cuarto limpio/preparación de medicamentos

Debe tener unos 20 m² y disponer de estantes fijos o de un sistema modular de almacenamiento flexible, que se carga en el almacén central, así como armarios para medicamentos. También frigoríficos especiales para medicamentos y cajas fuerte para anestésicos.

Cuarto sucio

Debe quedar cerca de las habitaciones, y se dispondrá un cuarto de este tipo cada ocho camas. Contará con un fregadero para limpieza y desinfección (vaciado de cuñas), un lavabo, una encimera de trabajo iluminada y armarios o estantes para sacos vacíos de ropa sucia. Tamaño aprox., 8-10 m².

Dispensario de enfermería

El dispensario debe estar colocado en un lugar central dentro de la unidad, y su tamaño debe oscilar entre 25-30 m². Las paredes deben estar acristaladas y cumplir con las medidas necesarias para protección contra incendios, por lo que se recomienda consultar con el servicio de bomberos y técnicos especializados en protección contra incendios desde fases iniciales del proyecto.

Sala de estar para el personal

Tamaño aprox., 16 m², con equipamiento propio de cocina y un frigorífico y taquillas para el personal.

La **cocina** está pensada para la unidad, apta para calentar y preparar pequeñas raciones de comida para pacientes. El equipamiento dependerá de la organización de la cocina principal, p. ej., del sistema de distribución de comidas con carros térmicos.

Médico de unidad

El médico de la unidad debe tener la posibilidad de poder examinar a un paciente. Aparte del escritorio, contará con espacio suficiente para estantes y una camilla de exploración. Tamaño aprox., 16-20 m².

Sala de estar para pacientes

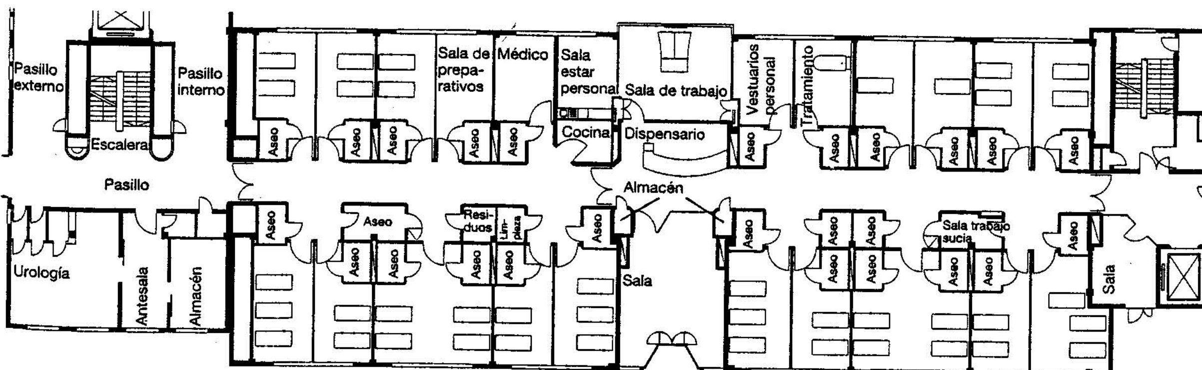
Concebida como lugar de reunión de pacientes, su dimensión debe ser de unos 22-25 m²,y el mobiliario creará un ambiente doméstico. No es necesario televisor, pues las habitaciones ya cuentan con ellos. Está terminantemente prohibido fumar en recintos hospitalarios.

Baño para pacientes

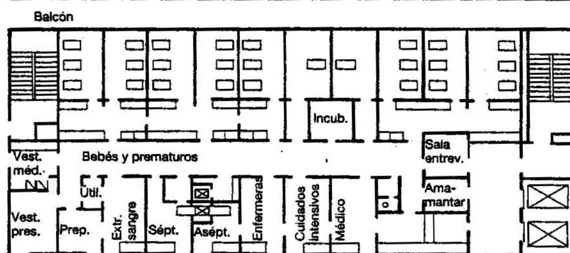
Dotados frecuentemente de bañeras con elevador a las que se puede acceder por tres de sus lados. La ducha es opcional cuando existe un cuarto separado con ducha para personas con discapacidad (1,4 × 1,4 m).

Sala técnica

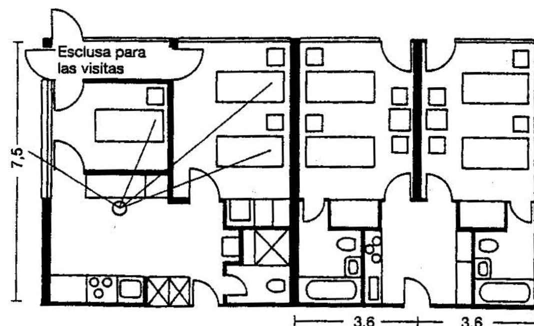
Cada unidad debe disponer de un cuarto de instalaciones técnicas con un cuadro eléctrico de distribución. Tamaño 8 m².



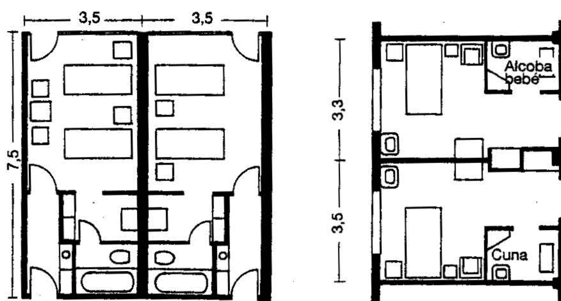
❼ Unidad de enfermería general (40 camas), hospital de Eberswalde   Arqs.: Thiede Messthaler Klösges



1 Unidad de bebés sanos y prematuros con 27 camas, Fulda — Arqs.: Köhler, Kässem

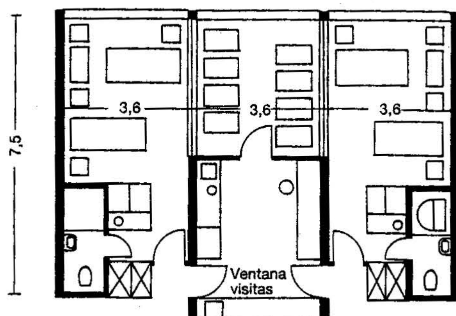


2 Cuidado de bebés con infecciones, variante de habitaciones — Arq.: Deilmann

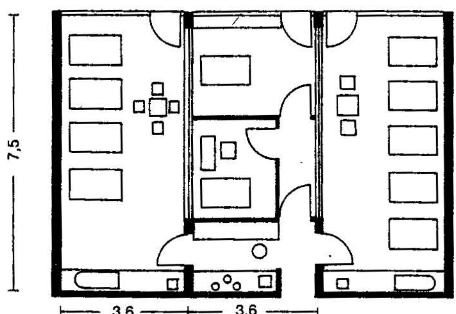


3 Cuidado de bebés con infecciones, variante de habitaciones — Arq.: Deilmann

4 Cuidado de bebés con infecciones, variante de habitaciones — Arq.: Mayhew



5 Habitación individual con sala separada para el recién nacido — Arq.: Mayhew



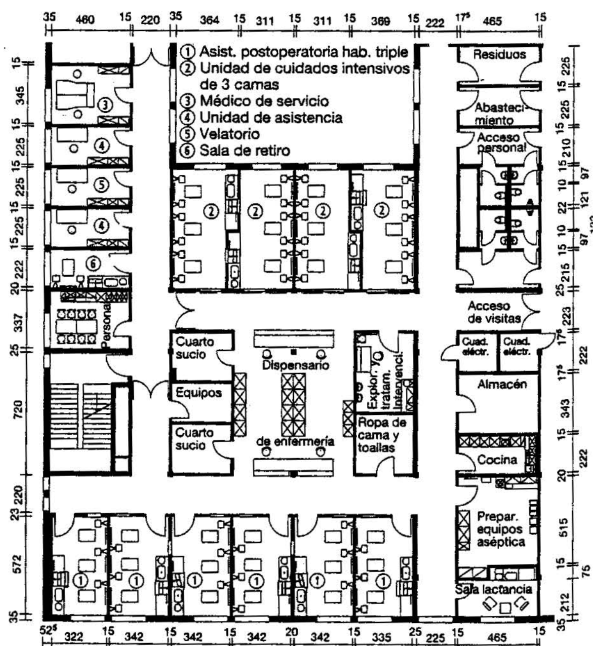
6 Cuidado a las madres y recién nacidos — Arq.: Mayhew

Unidad de maternidad

La zona de maternidad abarca todas las actividades médicas, corporales, psicológicas y sociales, que son necesarias tras un parto normal. Después de un alumbramiento sin complicaciones, la asistencia de las pacientes puede incluirse entre la asistencia normal. Cuando el cuidado de los recién nacidos está centralizado, se sitúa en un extremo o en la zona intermedia de la unidad de asistencia al parto. Para disminuir el riesgo de infecciones, la zona se divide en grupos pequeños. El transporte de los recién nacidos junto a sus madres para ser amamantados se realiza a través de carritos individuales o en brazos hasta la habitación correspondiente. Este sistema individual favorece un contacto más frecuente e intensivo entre madre y bebé que soluciones anteriores con salas de lactancia. Colocar a la madre y al recién nacido en la misma habitación evita el transporte de los bebés y libera así al personal, pero requiere un aprovisionamiento descentralizado de los recién nacidos, que es mucho menos rentable.

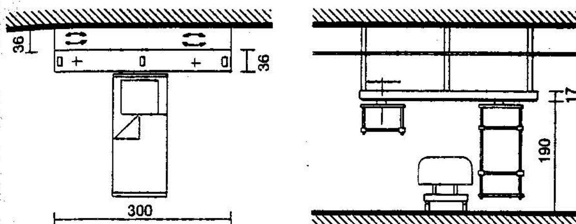
Las **unidades de asistencia** generalmente son menores que las de asistencia normal. Por motivos higiénicos, son preferibles unidades pequeñas (menor fluctuación de personal y visitas), el tamaño más conveniente de las unidades de asistencia se sitúa entre 10 y 14 camas. Desde el punto de vista higiénico, las madres y los recién nacidos plantean requisitos más elevados que los pacientes ingresados en la unidad de asistencia normal. Por ello, se debe prever una esclusa con guardarropa para las visitas. Las camas se deben proyectar igual que en la unidad de asistencia normal, la separación entre camas debe ser mayor para poder colocar las cunas de los bebés. En las zonas de sanitarios deberían instalarse duchas y polibanes, ya que las pacientes no pueden tomar baños tras el parto.

Debería instalarse una **unidad funcional de asistencia especial para neonatos**, para los recién nacidos con bacterias patógenas. Contendrá camas en compartimentos estancos, puestos de tratamiento y puestos de trabajo. En la zona de funciones auxiliares se deben incorporar los siguientes elementos o salas: puesto de servicio para enfermería jefe de la unidad, sala de descanso de enfermería, cocina, sala de médicos, sala de reconocimiento y tratamiento, sala aséptica de trabajo, baño para las pacientes, sala de estar para pacientes y visitas, cuarto de limpieza, almacén y aparatos, aseo para el personal y las visitas, armarios para ropa, así como una sala de entrevistas para los familiares.



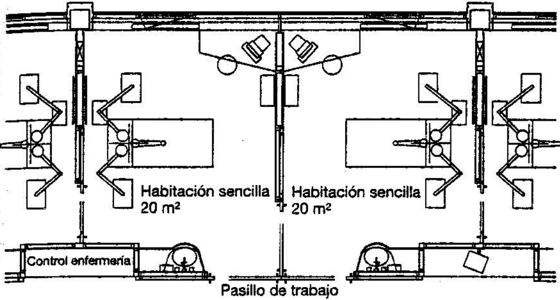
7 Neonatología, clínica universitaria de Leipzig — Arqs.: Wörner + Partner

Sanidad
OSPITALES
neralidades,
modulación
de medidas
Proyecto
Ejemplos
os, puertas,
escaleras,
ascensores
funcionales
mbulatorios
Centros de
ón primaria,
ejemplos
ploración y
tratamiento
Enfermería
ministración,
os sociales
stecimiento
y gestión
de residuos
sionamien-
to técnico



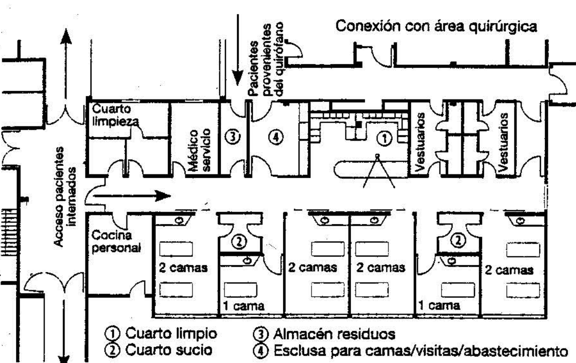
❶ Sala de cuidados intensivos/ habitación individual con cabecero de suministros

❷ Sección → ❶



❸ Habitación de cuidados intensivos, Heinrich-Heine-Universität, Düsseldorf

Arqs.: Heinle, Wischer und Partner



❹ Unidad de cuidados intensivos, hospital de Luckenwalde, 10 camas

Arqs.: Thiede Messthaler Klösges

Unidad de cuidados intensivos (UCI)

En la UCI se tratan pacientes con graves problemas en sus funciones vitales, donde se realiza una observación constante del paciente por parte del personal médico y de enfermería. Es necesaria una conexión corta y directa con el área quirúrgica y el médico de guardia (anestesia).

La organización de la UCI se realiza en función de las diferentes disciplinas médicas, como neurocirugía, cirugía del tórax y del corazón, trasplantes y neurología, o según campos que abarcan varias especialidades quirúrgicas y de medicina interna. En la mayor parte de los hospitales sin ninguna especialidad médica concreta, suele establecerse una división entre cirugía y medicina interna.

La unidad de cuidados intensivos debe estar separada espacialmente del resto del hospital, y su acceso será a través de esclusas (por razones de higiene).

En el centro de todas las UCI hay que colocar un puesto de control de enfermería desde donde se observan todas las habitaciones.

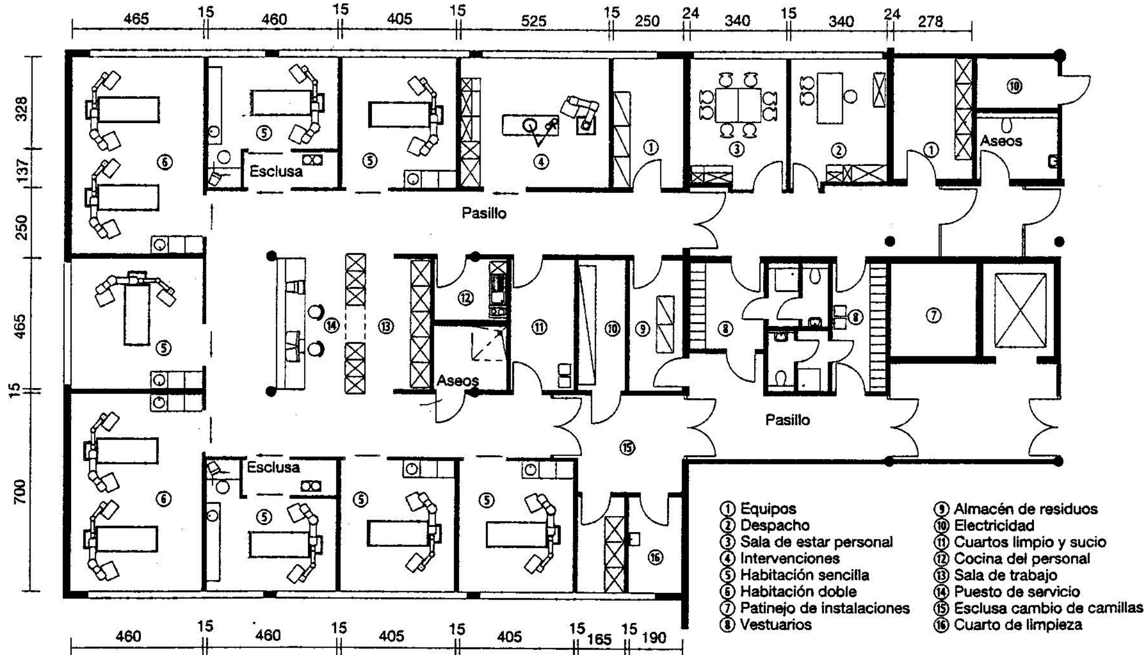
El número de pacientes por UCI dependerá del tamaño total del hospital (de 6 a 36). En cada UCI debe haber un despacho, un cuarto limpio (preparaciones de medicamentos y de infusiones), un almacén de materiales y de equipos.

Las camas pueden colocarse en disposición abierta, cerrada o combinada. Las disposiciones abiertas necesitan una sala de gran superficie.

Desde el control de enfermería pueden supervisarse fácilmente todas las camas, separadas visualmente con mamparas a media altura y desplazables. En las disposiciones cerradas, los pacientes están separados en salas individuales.

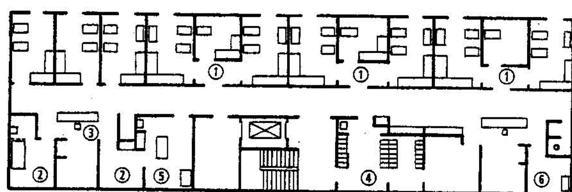
Deben preverse los siguientes espacios: sala de anestesia, almacén de material estéril fungible, cuarto sucio, cuarto de limpieza, sala de estar para familiares, despacho del médico de guardia, sala de documentación y, quizá, una sala de reuniones.

En cada cama deben instalarse tomas de oxígeno, aire comprimido y vacío.

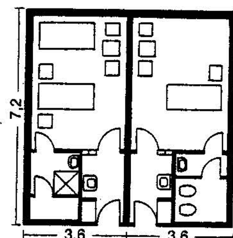


❸ Unidad de cuidados intensivos, clínica Helios, Gotha

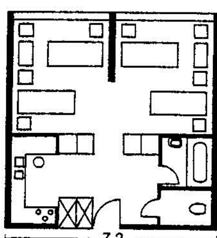
Arqs.: Wörner + Partner



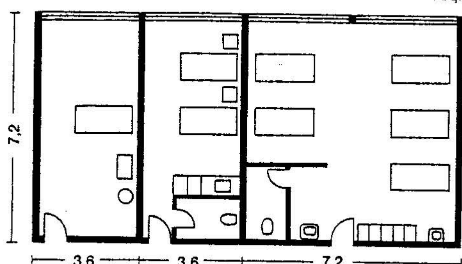
❶ Unidad de niños con 28 camas, Hospital Municipal de Velbert
Arqs.: Krüger, Krüger, Rieger



❷ Habitación individual y doble muy protegida frente a radiaciones de la zona de control Arq.: Deilmann



❸ Habitación cuádruple con todo el equipamiento para la asistencia básica. Para pacientes de larga estancia Arq.: Deilmann



❹ Unidad de habitación para pacientes psíquicos leves y para pacientes que necesitan tratamiento Arq.: Deilmann

Asistencia de bebés y niños

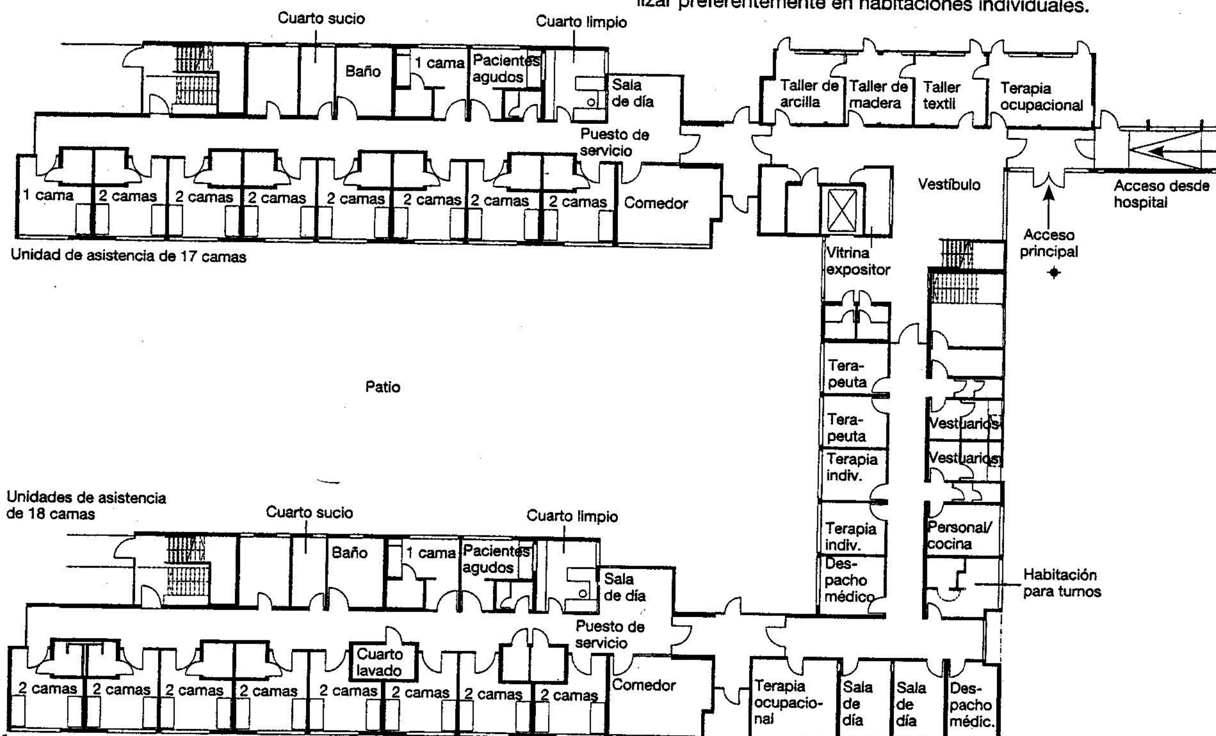
Los pacientes, alojados generalmente en clínicas especializadas en pediatría, se diferencian en bebés (35 %), bebés prematuros (13 %), niños pequeños y en edad escolar hasta una edad de 14 años (22 %), y según enfermedades infecciosas (22 %). Al hospitalizar a estos pacientes infecciosos debe evitarse el contacto con otros pacientes o personal. Las ventanas deben protegerse para que los niños no puedan abrirlas. Las instalaciones eléctricas y de calefacción no deben suponer un peligro para los niños. Contará con aulas y salas para entretenerlos y jugar. En enfermedades como paperas, varicela, difteria, escarlatina y tuberculosis se deben prever unidades aisladas. Las paredes serán lavables hasta una altura de 1,5 m. El diseño interior debe emular el ambiente de una guardería, con el objeto de evitar connotaciones hospitalarias.

Cuidado de pacientes psíquicos

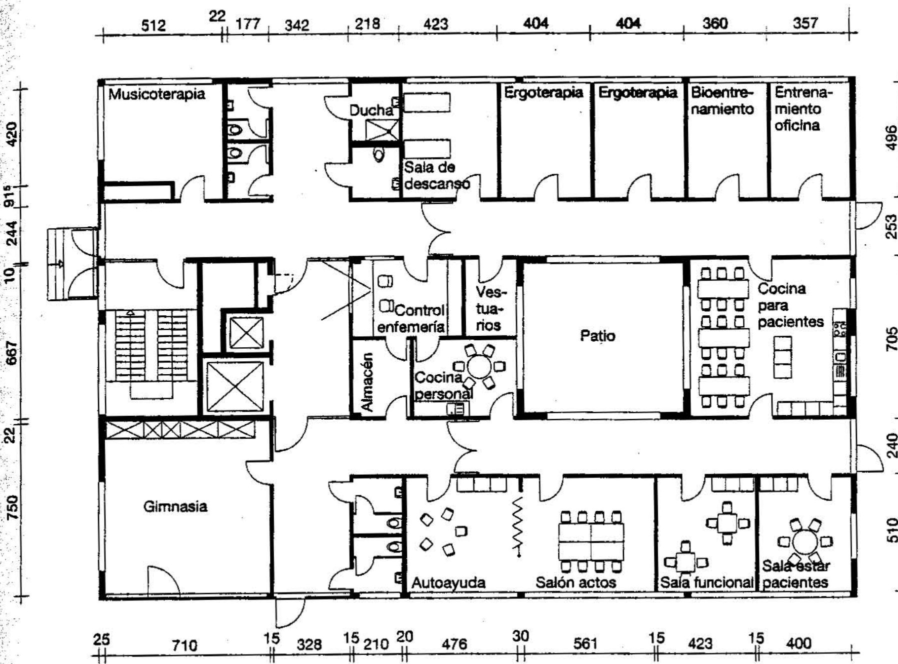
Las particularidades de las enfermedades psíquicas requieren la planificación y el equipamiento de unidades de asistencia cerradas y abiertas (pacientes muy enfermos y pacientes que necesitan tratamiento). Se caracterizan por una necesidad elevada de espacios para el día, comedores y salas para terapia de grupos, ya que los pacientes por lo general no deben guardar cama. Lo óptimo es planificar pequeñas unidades de asistencia (hasta 18 pacientes) con recorridos cortos, buenas posibilidades de vigilancia y el equipamiento confortable necesario para ofrecer al paciente un ambiente doméstico. La tendencia es integrar la unidad de enfermos psíquicos en los hospitales generales, para evitar su aislamiento.

Cuidado de pacientes en tratamiento de radioterapia

Al planificar los grupos de asistencia de medicina nuclear, destinados al diagnóstico y terapia de pacientes sometidos a radiaciones, deben cumplirse las normas de protección frente a radiaciones. El tamaño de un grupo de asistencia debería ser como el de los grupos de las unidades de asistencia normal. La unidad se organiza en una zona de control y otra de vigilancia. De esta manera se separan los pacientes que reciben más radiaciones de aquellos que reciben menos. Por consiguiente, los pacientes se deben hospitalizar preferentemente en habitaciones individuales.



❺ Unidad de asistencia psiquiátrica, hospital de Finsterwalde, 70 camas
Arqs.: Thiede Messthaler Klösges



1. Planta primera → 2

Centro de día

Con arreglo a la nueva reforma sanitaria, algunos departamentos se disgregan de los hospitales y sus funciones se traspasan a consultorios privados; el espacio que ya no se necesita puede transformarse en centros de día.

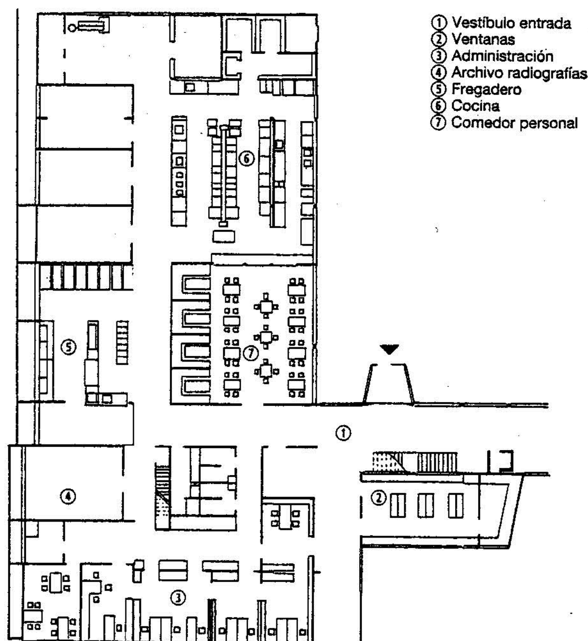
Este tipo de centros están pensados para pacientes que necesitan atención médica solo durante el día, sin tener que pasar la noche en el hospital. También las operaciones ambulatorias pueden asistirse de este modo. Es preciso proyectar una entrada independiente, pues los pacientes de estas unidades no dependen del hospital.

Tanto la recepción como las salas de espera presentan un diseño cualitativo desprovisto del "carácter hospitalario" y más parecido al de las consultas

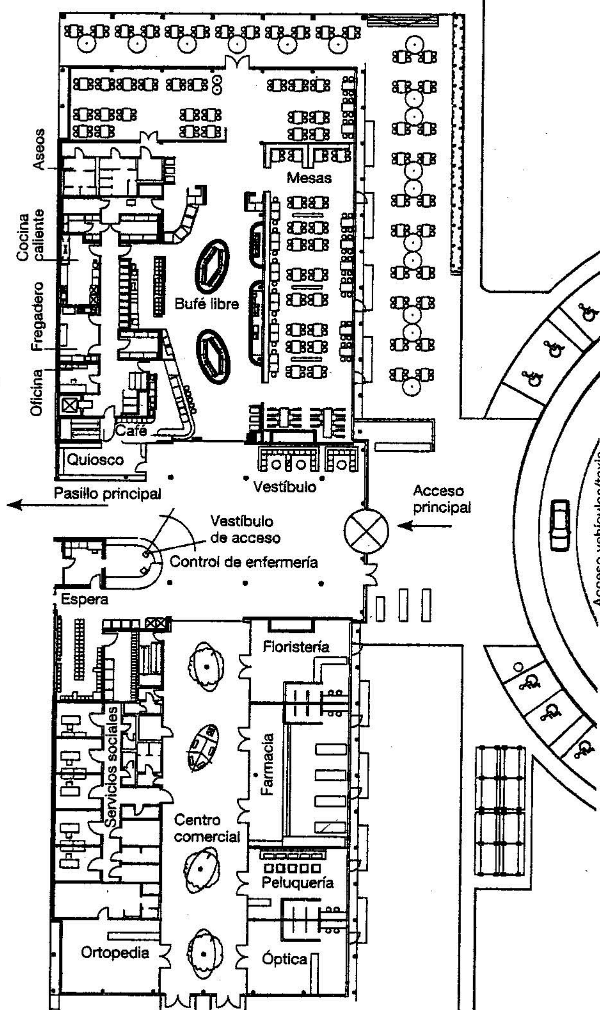
Instalaciones de ventilación
Cuarto limpieza
Despacho enfermería
Psicólogo trabajador social
Psicólogo trabajador social
Médico
Médico
Sala de reunión del equipo
Sala de trabajo de enfermería
Control de enfermería
Espera
Patio
Almacén equipos
Almacén
Sala estar personal
Electricidad
Instalaciones
Electricidad
Gestión de residuos
Taller
Taller
Taller
Sala estar pacientes

2. Centro psiquiátrico de día, clínica Dr. Horst-Schmidt, Wiesbaden, planta baja

Arqs.: Wörner + Partner



❶ Hospitales de Herdecke/Ruhr, 192 camas, vestíbulo de entrada y unidad de administración — Arq.: Bockenmühl



❷ Acceso y cafetería, clínica Helios Berlín-Buch — Arqs.: Thiede Messthaler Klösges

Dirección y administración

Los locales de administración se dividen en aquellos para la atención de pacientes y otras salas.

Las salas de recepción e ingreso de pacientes y las circulaciones de familiares deben ubicarse cerca del acceso principal.

Los locales para el funcionamiento interno son las oficinas del director de administración con secretaría, oficina de contabilidad y de recursos humanos, a lo que se añade salas de conferencias y de reuniones. En hospitales grandes también trabajan en la administración los trabajadores sociales y los psicólogos.

La racionalización creciente en materia de contabilidad y el uso de la informática exigen suelos técnicos registrables y despacho central con correo neumático.

Archivo

Es conveniente que exista un recorrido corto entre los archivos y las zonas de trabajo, pero generalmente es difícil conseguirlo. Puede situarse en el sótano con una escalera de conexión.

Deben distinguirse almacenes y archivos para actas, bibliografía, películas, documentos, administrativos, radiografías, etc. Para reducir la superficie pero conservando la capacidad de almacenamiento, son útiles las estanterías móviles. Debe tenerse en cuenta la gran carga de los estantes (hasta 1.000 kg/m²). Las actas de pacientes tienen un plazo de almacenamiento de 30 años.

Biblioteca

Las bibliotecas médicas pueden ser de libre consulta o tener un depósito cerrado y un servicio de préstamo de libros. Una buena parte de los fondos consiste en revistas. Es importante que haya suficientes puestos de lectura con lámparas, puestos de trabajo con lectores de microfilmes, proyectores de diapositivas y ordenadores. También es conveniente que esté conectada a los sistemas de transporte del hospital.

Equipamiento de servicios

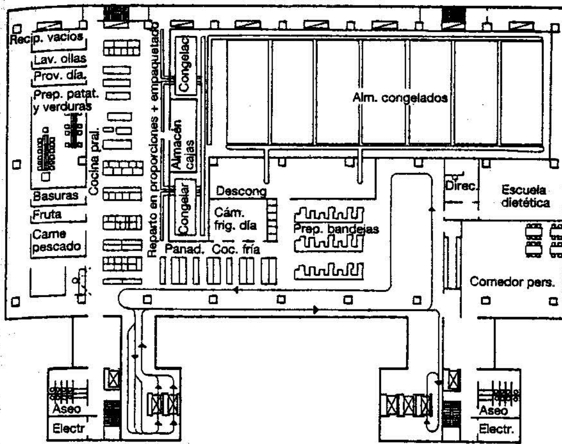
Acceso principal

La entrada principal debe ser sencilla y fácil de reconocer. En ella se produce el tránsito general de pacientes y visitas, el acceso de taxis, vehículos en general y plazas de aparcamiento para personas con discapacidad. Deben evitarse en lo posible accesos especiales. El vestíbulo debe diseñarse según el principio de puertas abiertas y sala de espera para visitas. Su distribución se asemeja al vestíbulo de un hotel. En el vestíbulo de acceso se realiza la separación de pasillos para visitas, pacientes ambulatorios y en régimen de internamiento que puedan andar y tránsito de trabajo.

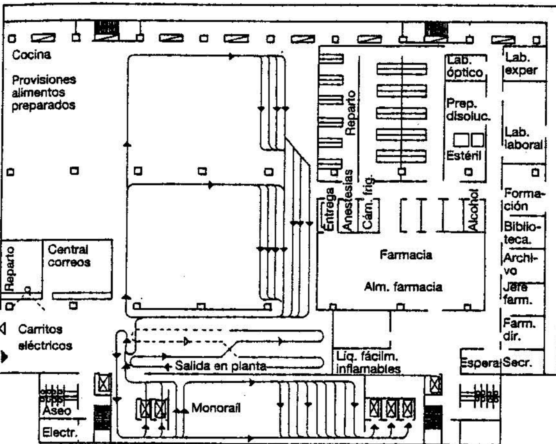
El tamaño del vestíbulo depende del número de camas del hospital. Consta de recepción y centralita telefónica (12 m²) combinables con la oficina de correos. Suele haber también cabinas telefónicas, quiosco de dulces y flores, artículos de papelería, etc. Una cafetería bien equipada a disposición de las visitas y pacientes las 24 horas, emplazada directamente en el acceso, con variedad de platos calientes y fríos. Debe tenerse en cuenta el almacenamiento propio y la disposición de salas para el personal según la Ordenanza de seguridad e higiene en el trabajo.

Servicios de asistencia social y espiritual

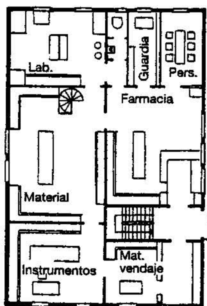
Se entiende por asistencia espiritual una capilla o una sala de recogimiento espiritual, no diferenciada por confesión. Esta sala comunica con los recintos para el sacerdote, la sacristía y las salas secundarias. Además, pertenecen a esta área las oficinas de la asistencia espiritual y de los trabajadores sociales.



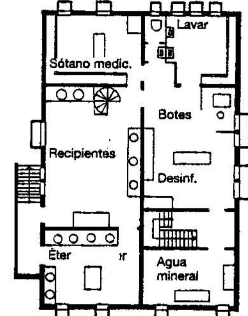
❶ Unidad central de aprovisionamiento de las Clínicas Universitarias de Colonia. Cocina de alimentos preparados Arqs.: Heinle, Wischer



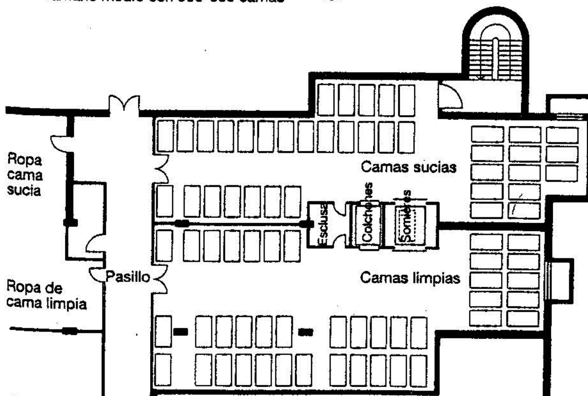
❷ Unidad central de aprovisionamiento de las Clínicas Universitarias de Colonia. Cocina de alimentos preparados Arqs.: Heinle, Wischer



❸ Farmacia para un hospital de tamaño medio con 500-600 camas



❹ Sótano → ❸



❺ Central de camas del hospital de S. Elisabeth, Halle Arqs.: U. + A. Weicken

Abastecimiento y gestión de residuos

El aprovisionamiento clínico y técnico se ubica en naves separadas o en una planta propia para suministros y eliminación de residuos (sótano) del edificio central del hospital. Debe disponerse un acceso para vehículos al patio de servicio, separado de la entrada principal y del acceso de ambulancias. La orientación al norte de las áreas de abastecimiento y gestión de residuos es idónea. Los recorridos interiores y exteriores se deben coordinar de modo que se eviten interferencias con las circulaciones de las unidades de asistencia y de tratamiento.

Al realizar el proyecto debe considerarse que este ámbito del hospital ocasiona ruidos y olores molestos (contenedores de residuos, basuras de la cocina). Se tiende a una centralización cada vez mayor de las instalaciones de aprovisionamiento y eliminación, así como a la descentralización de algunas áreas funcionales (p. ej., lavandería, cocina).

Unidad central de esterilización

La central de esterilización debería estar cerca de la unidad quirúrgica, ya que la mayoría de instrumentos van destinados a ella. Para esterilizaciones rápidas en intermedios, la unidad quirúrgica debería disponer del equipamiento necesario para subesterilización. En estrecha conexión con la central de esterilización está el almacén general para medicamentos e instrumental médico.

Zona de preparación de todo el instrumental hospitalario. La parte principal pertenece al área quirúrgica (un 40 %) y las UCI y la medicina intensiva interna (un 15 % cada una).

La cantidad de esterilizadores depende del tamaño del hospital y de la unidad quirúrgica. Tamaño aprox., 40-120 m².

Aprovisionamiento de medicamentos

Farmacia hospitalaria

En los hospitales grandes y medianos, la farmacia gestiona las recetas y realiza fórmulas magistrales dirigidas por un farmacéutico. Las salas prescritas por la normativa son: farmacia, sala de material, sótano de medicamentos, laboratorio, sala de escribir, empaquetar y lavar, sala de vendas y hierbas medicinales, sótano aislado para líquidos inflamables, sótano para ácidos y recipientes y, en caso necesario, un dormitorio para el servicio nocturno. En la oficina debe haber una mesa para recetas, sala de empaquetar y lavar y un sótano de específicos. El equipamiento es similar al del dispensario. Al buscar un lugar para la farmacia se debe considerar su cercanía a los ascensores, el correo neumático, etc. Debido al almacenamiento de líquidos inflamables y ácidos, así como de diversos estupefacientes, es preciso aplicar las correspondientes medidas de seguridad en paredes, techos y puertas.

Dispensario

En los centros sin farmacia completa, el suministro de medicamentos que necesitan autorización se realiza desde el dispensario. Este está formado por una sala de trabajo y entrega (25 m²) con acceso directo desde el pasillo de circulación. El equipo se compone de escritorio, lavamanos, fregadero, báscula y armarios con llave. A su lado debe haber un almacén seco de específicos (15 m²), una cámara frigorífica (10 m²), una sala para materiales peligrosos, así como un cuarto de vendas y un almacén húmedo. Todos ellos deben cumplir las normas de bomberos. En los hospitales de nueva planta es más conveniente planificar una farmacia completa.

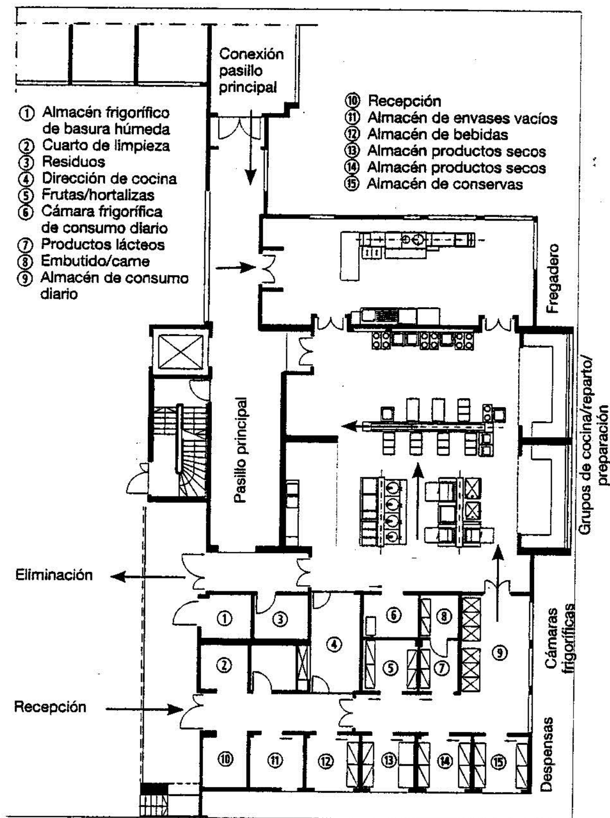
Central de camas

La preparación de camas y colchones (para su nuevo uso) se realiza hoy en día normalmente con un desinfectante en aerosol directamente en la unidad, e incluso en la misma habitación.

Con esto se suprime el traslado de muchas camas dentro del edificio y la fuerte carga mecánica y de humedad de las camas en las antiguas centrales de camas. De todas formas, puede ser razonable una desinfección centralizada de los colchones por separado en el sótano, en su caso combinado con taller de reparación de camas.

Sanidad

HOSPITALES
Generalidades, modulación de medidas
Proyecto
Ejemplos
Pasillos, puertas, escaleras, ascensores
Áreas funcionales
Ambulatorios
Centros de atención primaria, ejemplos
Exploración y tratamiento
Enfermería
Administración, servicios sociales
Abastecimiento y gestión de residuos
Aprovisionamiento técnico



❶ Cocina con patio de servicio, hospital de Luckenwalde

Arqs.: Thiede Messthaler Klösges

Aprovisionamiento de alimentos

La alimentación de los pacientes plantea exigencias elevadas en la preparación ya que suele presentar muchas diferencias según el paciente (clara de huevo, grasas, hidratos de carbono, vitaminas, sales minerales y especias). Los sistemas de abastecimiento de alimentos deben racionalizar las diferentes fases de la preparación convencional de alimentos (preparar, elaborar, transportar, repartir). La elaboración se realiza por separado para las comidas normales y las de regímenes dietéticos. Los alimentos se trasladan de los recipientes de cocción a los carritos, con los que se llevan a la cinta de hacer porciones. Las bandejas preparadas se transportan también en carritos a las unidades correspondientes, donde, finalmente, se reparten a los pacientes. Con el mismo carrito se devuelven después los platos y cubiertos a la central de fregado. La alimentación del personal supone casi un 40 % del total. El comedor para el personal debe estar en estrecha relación con la cocina central.

La **cocina** suele estar al mismo nivel que la planta de aprovisionamiento para garantizar la fluidez de los trabajos de suministro, almacenaje, preparación, elaboración y entrega. La altura libre de la cocina debería ser de 4 m. Su tamaño depende de las necesidades y del número de pacientes del hospital.

Debe preverse una cocina de dietas (mín. 60 m²) con escritorio para el jefe de la cocina, un puesto para limpiar verduras (30 m²) con sitio para basuras (5 m²). Una sala de provisiones para el día (8 m²), una cámara frigorífica con cámaras para carne, pescado y productos lácteos (cada una de ellas de 8 m²), una cámara prefrigorífica (10 m²) con congelador y frigorífico.

La **recepción de material** debería estar conectada con la administración y tener suficiente espacio de almacenaje (15-20 m²). En el almacén principal se debe distinguir entre almacén para fruta y verdura (20 m²), almacén de productos secos (20 m²) y almacén de conservas.

En el **fregadero central**, situado junto a la cocina central, se limpia y almacena el menaje empleado por personal y pacientes. Debido al alto grado de automatización, es necesario especificar y tener en cuenta desde las primeras fases de planeamiento los valores de conexión de los electrodomésticos. Por lo que respecta al lavaplatos, hay que prever un espacio de trabajo y almacenamiento suficiente (30 m²). Los nuevos métodos de cocina posibilitan un abastecimiento de comidas para varios hospitales desde un punto central.

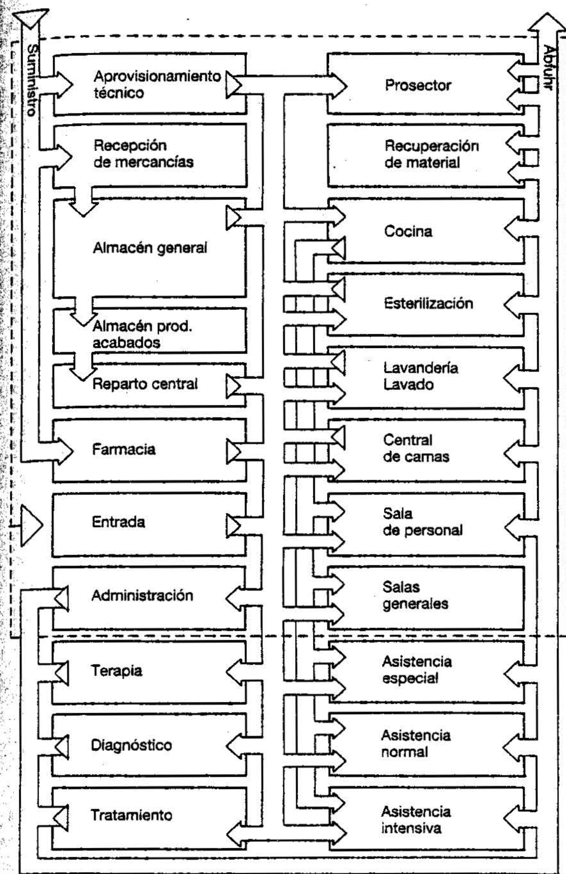




❷ Edificio de cocinas, planta baja

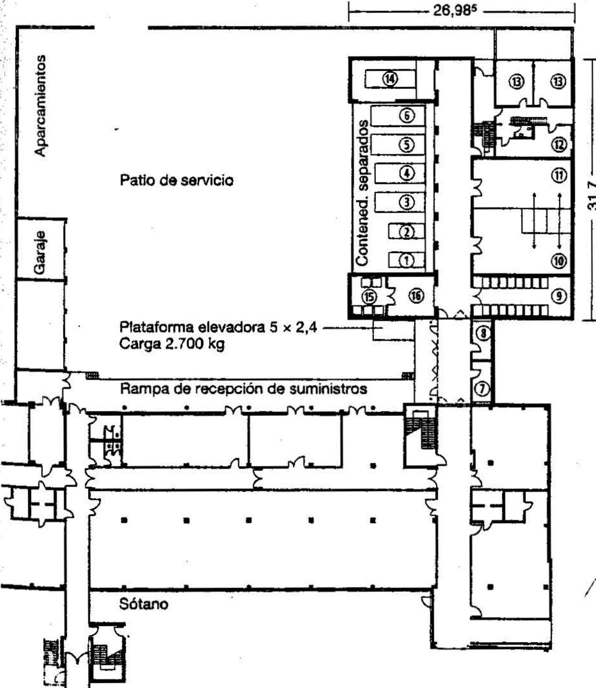
Arqs.: U. + A. Weicken

❸ Planta sótano → ❷



❶ Zona de aprovisionamiento. Relaciones

① Vidrio
② Plástico
③ Chatarra
④ Residuos voluminosos
⑤ Compactadora de papel
⑥ Basura del edificio
⑦ Instalaciones
⑧ Instalaciones
⑨ Contenedores de ropa (56,2 m²)
⑩ Equipos lavado conten. ropa, sup. almac. carros transporte automático, limpio (162,6 m²)
⑪ Sup. almac. equipos transporte autom., sucio
⑫ Central control (27,1 m²)
⑬ Oficina (24,3 m²)
⑭ Equipos de desinfección
⑮ Residuos especiales
⑯ Sistema dual de reciclaje



❷ Abastecimiento y gestión de residuos de la clínica de Erfurt, centro quirúrgico Arqs.: Rossmann + Partner Architekten

Aprovisionamiento de ropa

Normalmente son empresas externas las que se encargan del abastecimiento y del desecho de artículos textiles. Dentro del hospital deben disponerse almacenes para la ropa sucia y limpia (cada una de 30 m²) en la zona del patio de servicio.

Almacenamiento

Se diferencian tres tipos de almacén: de palés, de estantes y especial. Todos los espacios deben situarse en un lugar central del patio de servicio y de construcción muy resistente. Es necesario un despacho de coordinación logística desde donde se controla el servicio de transporte y aprovisionamiento del hospital; también desde ahí se coordina la distribución y el almacenamiento de los productos. Importante: por motivos de higiene, debe efectuarse una separación de productos limpios y sucios. Los sistemas de transporte automático solo son económicamente razonables en grandes hospitales (a partir de 400 camas).

Talleres

Junto al patio de servicio pueden emplazarse talleres de cerrajería, carpintería, electricidad y una oficina de técnica médica con almacén de materiales, de repuestos, almacenes generales y para aparatos de transporte.

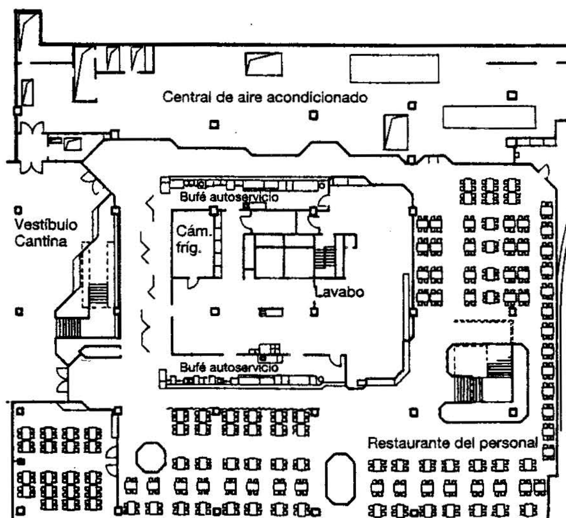
Servicio de transporte y mantenimiento

Generalmente para la distribución de material a los puntos de consumo se utilizan estantes móviles polivalentes y carros que, a su vez, sirven como dispositivos de almacenamiento.

Para el envío de objetos pequeños (medicamentos, cartas/impresos) debe preverse un sistema neumático. El tamaño de las instalaciones de transporte depende del tamaño del hospital; la cantidad de material suministrado y recuperado por cama y día se considera de unos 30- 35 kg. El traslado de grandes objetos (camas, respiradores, máquinas de corazón y pulmón) se realiza a través de montacamas. Para el transporte de material de volumen medio (comida, ropa, desechos, material fungible) pueden utilizarse grupos de ascensores separados.

Patio de servicio

Además de las superficies de aparcamiento y maniobra de camiones, debe tenerse en cuenta la variedad de residuos (basuras de cocina y residuos especiales, vidrio, papel, líquidos de revelado, etc.), así como sus superficies de almacenamiento. Además, en el patio de servicio puede haber locales para grupos electrógenos de emergencia, central de *sprinklers*, central de oxígeno y aire comprimido, al igual que otras salas de suministros. Debido a su ubicación en el sótano, al patio de servicio solo puede accederse mediante una rampa (pendiente ≤ 15 %). El tamaño mínimo de un patio de servicio es de 30 × 30 m.



❸ Restaurante para el personal, hospital cantonal de Basilea; 150 empleados Arqs.: Suter&Suter

Calefacción, ventilación, instalaciones sanitarias, gases médicos

Salas de instalaciones, patinejos y áreas de instalaciones

Para el óptimo dimensionado y funcionamiento higiénico y energético, es obligado considerar desde el primer momento las exigencias constructivas del edificio y los locales destinados al montaje de instalaciones técnicas. Básicamente, el tamaño y la distribución de las centrales de instalaciones deben elegirse de modo que cumplan las siguientes exigencias:

a) Óptima conducción del aire.
b) Dimensionado de los componentes según criterios energéticos.
c) Cumplimiento de los requisitos higiénicos de las posibilidades de limpieza.
d) Reserva de superficies de revisión y mantenimiento en las instalaciones técnicas centrales.

Exigencias constructivas

Espacio necesario para las instalaciones de ventilación.

La demanda de superficie y el espacio para el tamaño y número de aparatos de ventilación se determina según:

a) Caudal de ventilación.
b) Número de etapas de acondicionamiento termodinámico.
c) Componentes constructivos.
d) Situación de conexión con la red de conductos.

La altura mínima libre de las centrales de instalaciones debe ser de 3 m, y para un óptimo funcionamiento, de 4-4,5 m, según la cantidad de unidades funcionales. Desde el punto de vista técnico, el cálculo de superficie se determinará para cada caso según criterios específicos y con el asesoramiento de un especialista. Las indicaciones generales para la estimación del tamaño de los equipos de ventilación se realizan con relación al caudal de ventilación, con una velocidad de 2 m/s. La estimación de la longitud total construida resulta de la suma de las longitudes de los componentes necesarios, en consideración de las funciones termodinámicas, la impulsión y extracción del aire, y las superficies de revisión.

Salas de maquinaria frigorífica

En las salas de maquinaria frigorífica se colocan los equipos de refrigeración, vasos de dilatación, distribuciones y acumuladores de agua fría y helada, bombas centrales y dispositivos de regulación. El espacio necesario (incluido el correspondiente a revisiones) dependerá de la forma y del tipo de máquinas refrigeradoras y de sus potencias. La altura de los locales debe ser de superior a 3 m y dependerán probablemente de la potencia de refrigeración deseada.

Condensadores

La superficie y el espacio necesario para los condensadores se determinan por la potencia del grupo de refrigeración, el método de generación del frío, la forma de impulsión y extracción del aire, y la protección contra ruido. Para la elección de la altura del local y de las superficies en planta deben tenerse en cuenta la relación de los lados, el manejo, la revisión y mantenimiento, la carga superficial y el trazado de los conductos de entrada y salida. La colocación dependerá de aspectos especiales como las emisiones sonoras y la generación de vapores. El rendimiento del condensador está en función del tipo de frío producido y, por tanto, de su potencia.

Equipamiento de centrales de instalaciones en general

Es preferible situar las centrales de instalaciones directamente en el área de aprovisionamiento. El emplazamiento de la central debe asegurar condiciones eficientes de abastecimiento y eliminación, además de distancias cortas al suministro de medios.

Las centrales de instalaciones deben obedecer a las normativas locales correspondientes sobre edificación, las exigencias de las autoridades competentes para la licencia del edificio y, según sea el caso, a la Ordenanza de seguridad e higiene en el trabajo. El funcionamiento de las instalaciones técnicas en las centrales no debe causar perjuicios al medio ambiente ni al edificio por propagación de ruido o vibraciones, ni alterar las condiciones higiénicas.

Construcción técnica, exigencias térmicas

Por razones técnicas (peligro de congelación), la temperatura ambiente en centrales de instalaciones no debe bajar de los 5 °C ni sobrepasar los 40 °C (equipamiento electrotécnico). Esto debe garantizarse mediante medidas técnicas apropiadas. Debe evitarse una alta humedad interior y en el aire. Las centrales técnicas contarán con una toma de agua con empalme para mangueras y dispositivo para impedir el retorno y, como mínimo, un sumidero. Las fichas de datos de seguridad con sus respectivos dispositivos de trabajo y de funcionamiento estarán disponibles para poderlas consultar en caso de avería. Las centrales técnicas deben tener como mínimo un enchufe (230 V, 16 A) y una conexión de corriente trifásica (400 V), dependiendo del proyecto individual. La iluminación de las centrales debe ser de 100 lux, en zonas de mandos de control, dispositivos de reglaje y medición, de 200 lux.

Exigencias para patinejos y trazados

Los patinejos sirven para montar las instalaciones en vertical, los trazados para el montaje en horizontal. Según la normativa local, los patinejos y trazados horizontales en edificios —excepto en edificios de baja altura y patinejos y trazados horizontales que atraviesen sectores de incendio— deben construirse de modo que ni el fuego ni el humo puedan propagarse por la caja de escaleras a otras plantas o sectores de incendios. Para ello, los patinejos y los conductos horizontales deben cumplir las exigencias respectivas de resistencia contra el fuego RF30, RF60 o RF90. Se debe aspirar a conseguir un sistema de entradas a las unidades funcionales en forma de peine. La suma del trazado de conductos, canales y cableado con relación a la profundidad de la planta debe mantenerse constante. La distribución de patinejos y canales horizontales garantizarán su función como arriostramiento de la estructura del edificio; solo se admiten patinejos y canales principales. Los que sean transitables tendrán acceso desde la superficie de circulaciones.

Falsos techos

El espacio que existe entre el forjado y el falso techo no debe utilizarse para la impulsión directa de aire ni para la extracción de aire, dependiendo de la distribución de extractores. La distancia entre la cara inferior del forjado y la cara superior del falso techo dependerá de la cantidad de instalaciones (conductos de aire y agua, trazado eléctrico, elementos de iluminación, unidades de acondicionamiento de aire, rejillas de aire, conductos para *sprinklers*) y debería medir 40 cm como mínimo. En casos excepcionales es posible una separación menor.

Central de gases

La alimentación de las conducciones de oxígeno se realiza a partir de bombonas de acero instaladas en baterías de servicio y reserva, con un dispositivo automático de conexión. Para que los recorridos de transporte sean cortos, es conveniente un acceso directo al patio de servicio (suministro y devolución de bombonas). Estas pueden colocarse junto con las de los demás gases (vacío, nitrógeno, aire comprimido), para conseguir un puesto de mando central (generalmente controlado por sistema informático). En la actualidad, estas bombonas se sustituyen por los llamados "gasificadores fríos", que deben almacenarse al aire libre, mín. 5 m del edificio.

Ingeniería eléctrica/instalaciones de baja tensión

El abastecimiento eléctrico general se realiza desde la red pública eléctrica de tensión media (10-20 kW) de la empresa suministradora de electricidad. En la central eléctrica del hospital se realiza la acometida eléctrica, la transformación de tensión a un nivel de baja tensión (400 V), así como la distribución al resto del hospital. Cada uno de los cuadros generales de distribución y los transformadores deben disponer de su propio local, que cumplirá las directrices de la ordenanza para la construcción de locales para instalaciones eléctricas, así como la DIN VDE. En grandes hospitales, además de la central eléctrica son necesarias otras subestaciones. El dimensionado del local depende del tamaño del edificio y de la demanda energética de los usuarios. Para la disposición de la central energética en el edificio debe elegirse un punto central. Además son necesarias una buena accesibilidad (a ras de suelo si es posible) y una ventilación suficiente (impulsión y extracción de aire). Para evitar posibles inundaciones, no debería colocarse en las plantas subterráneas. Los hospitales deben disponer de una red de suministro alternativo, que en caso de corte general de electricidad pueda abastecer a determinados usuarios. Para ello se utilizan grupos electrógenos de emergencia con motores diesel. Estos equipos contarán con una sala propia y huecos para impulsión y extracción de aire, con la expulsión de gases de escape por el techo. Para el abastecimiento de las luminarias de quirófanos y de ciertos puntos de consumo de importancia vital se debe tener instalado un grupo electrógeno adicional: equipos satélite de baterías en el entorno inmediato del receptor en locales individuales.
De la sala de electricidad parte la distribución de corriente general y alternativa dentro del hospital, a través de circuitos separados y en forma de estrella. Según sea la estructura del edificio o la distancia, los distintos niveles se abastecerán desde cuadros de distribución conectados directamente a la central o a través de las principales salas de distribución eléctrica del edificio. La posición y el número de subcircuitos en cada planta se adaptarán a los sectores de incendios, teniendo en cuenta además la distribución de cada área funcional. Las distribuciones se separan según correspondan al suministro general y alternativo, y estarán colocadas en locales propios.

Central de telecomunicaciones/informática

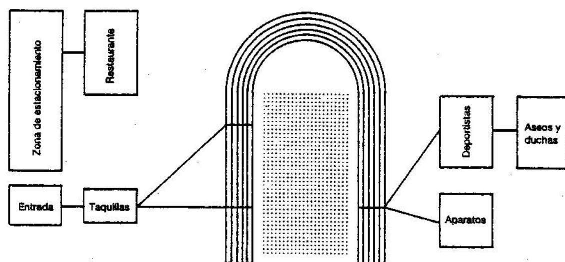
La garantía de las comunicaciones dentro de un hospital, ya sea de voz o de traspaso de datos, es fundamental para la asistencia del paciente, y además es la base que asegura el éxito económico. Debe preverse una sala central de comunicaciones y al menos una sala de informática de 35 a 70 m², para la ubicación de los respectivos componentes del sistema, así como sistemas de alimentación ininterrumpida de electricidad y un concepto de refrigeración redundante.
Para optimizar la disponibilidad, debería disponerse otra sala de informática para sistemas de copias de seguridad en otro edificio u otro sector, diseñada como sala de informática de seguridad. Partiendo de las salas de telecomunicaciones y de informática se realiza el trazado en forma de estrella del cableado de telecomunicaciones y transmisión de datos hasta los cuadros de distribución de cada planta; desde ahí se acometen las conexiones.
La "topología de cableado estructurado" dota de una imagen de enchufado homogéneo a todos los sistemas de comunicaciones, de informática y de instalaciones médicas, de modo que es posible reaccionar de manera flexible y rápida a todos los procesos de desarrollo en las comunicaciones.
Las comunicaciones por voz se efectúan en el área administrativa, por aparatos análogos y digitales conectados directamente con una central de telecomunicaciones.

Central de telecomunicaciones/informática

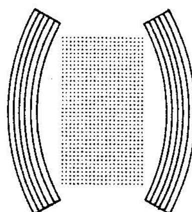
Junto a los potentes servidores de comunicación, los teléfonos móviles inalámbricos de instalaciones DECT sustituyen a los clásicos buscapersonas y, por ello, conforman la segunda vía de comunicaciones. Cada habitación está equipada con un sistema interno de comunicación entre el paciente y la enfermería, una conexión de antena para TV de pared y/o televisores individuales por cada cama y conexión telefónica e Internet.
La señal de televisión se suministra por cable (empresas de televisión por cable) o mediante un sistema de televisión vía satélite que llega a una antena central. Las llamadas a enfermería serán redirigidas por el sistema de comunicación luminoso entre el paciente y la enfermería hasta el lugar donde se encuentra el personal de asistencia. La prioridad de las llamadas
- llamada de pacientes
- llamada de aseos
- llamada de emergencia
- llamada de reanimación, etc.,

será asistida de la misma forma que el reenvío de llamadas en espera, además del envío de información detallada a los sistemas telefónicos móviles del personal de enfermería. Una instalación automática de detección y alarma de incendios, con detectores automáticos y manuales, tecnología de ahorro de cableado tipo *loop*, así como un sistema "electroacústico" con una red independiente de cables resistentes al fuego son elementos fundamentales para la detección de incendios y alarma. Los recorridos para suministros y accesos para vehículos se aseguran mediante barreras. El control de acceso lo practica de forma manual el personal de portería, o automáticamente mediante la lectura de tarjetas de identificación.
La vigilancia visual del área de acceso, accesos de vehículos y áreas especiales se realizará en parte por cámaras rotatorias conectadas a una central de vigilancia con paneles de todas ellas.
En los pequeños centros, las unidades de control para los componentes técnicos de comunicaciones
- centralita de teléfonos
- control de cámaras
- ordenador de control para los sistemas de información médicos
- ordenador de control para el sistema medial de pacientes
- vigilancia de ascensores, etc.,

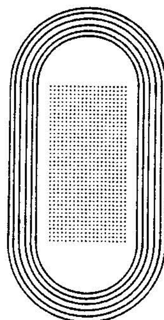
se colocarán en la portería o en el área de acceso.
En los grandes hospitales se instalarán en una guardia central donde se concentran todas las alarmas relevantes para así poder resolverlas de forma centralizada. Las exigencias de los procesos y preparación de todos los datos relevantes de pacientes y de la clínica se realiza mediante el uso de programas complejos. Junto al conjunto de servidores, todos los componentes activos de red en la sala central de informática y en las salas de informática de cada planta conforman la base para el funcionamiento de todas las aplicaciones para los usuarios.
Los lugares de trabajo con ordenadores fijos en las áreas de exploración y tratamiento, al igual que equipos móviles de registro de datos en las unidades, se integran en la red y sirven de apoyo para el personal de enfermería. La seguridad de la red de datos contra el acceso de terceros se soluciona mediante la instalación de programas *firewall* que requieren una constante actualización.
La integración de voz y datos, así como la consolidación de almacenamiento (Red de área de almacenamiento SAN) de todos los sistemas informáticos e informático médicos son una importante parte de la tecnología de información de un hospital.
La gran cantidad de modalidades y tratamiento de imágenes que genera el área de radiología plantea grandes exigencias para la calidad y capacidad de la red de datos.
La cooperación con especialistas en el tema es indispensable.



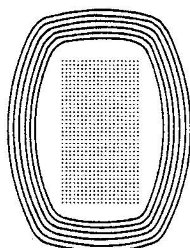
1 Sistema en forma de U



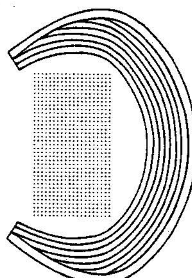
2 Estados Unidos: doble segmento circular



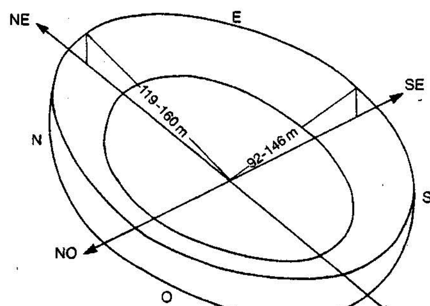
3 Ámsterdam: laterales rectos y fondos semicirculares



4 Róterdam: rectángulo curvilíneo. Solo para fútbol



5 Budapest: herradura con eje de simetría transversal



6 El alcance visual determina las dimensiones del estadio

Información: Instituto Federal Alemán para el Deporte, Bonn

Los estadios de la Antigüedad, cuya grandiosidad no se ha llegado a superar (Circo Máximo de Roma: 180.000 espectadores), nos sirven aún en la actualidad como modelos ejemplares para nuestras instalaciones deportivas. Como medida básica para un campo de juego se parte de la superficie de un campo de fútbol (70 × 109 m), más la pista de carreras que lo rodea → pág. 335. La forma básica de la superficie de juego se aproxima bastante a la elíptica utilizada en la Antigüedad. Los movimientos de tierra para la construcción de un estadio consisten, en general, en rebajar el terreno que ocupa la superficie total a edificar para, después, disponer las tierras obtenidas en forma de terraplenes alrededor del núcleo. Urbanísticamente, un estadio debe estar en armonía con el paisaje circundante y disponer de amplias vías de acceso, buena comunicación con los medios de transporte público (paradas de metro, autobús, tranvía), zonas de estacionamiento de gran superficie, etc. Se evitarán emplazamientos en zonas industriales o en la proximidad de fábricas aisladas que puedan producir contaminación ambiental (humos, olores, ruidos, etc.). Las instalaciones para la práctica de deporte se consideran equipamientos públicos y, por consiguiente, deben integrarse dentro de los espacios verdes del plan urbanístico de la ciudad. El eje de los primeros estadios se orientaba, según la época en la que transcurrían las competiciones, en dirección E-O o N-S → 6; en Europa se suele disponer el eje en dirección noreste suroeste, para que el sol quede a la espalda del mayor número de espectadores. De ahí que las entradas principales queden situadas en la fachada este. Una separación adecuada entre las taquillas y los accesos al edificio evita las grandes aglomeraciones y facilita el flujo de espectadores hacia los diversos accesos que permiten, a través de escaleras y pasillos, ganar la media altura de la tribuna, desde donde se distribuyen hasta las filas superiores e inferiores → 7. Ya Vitruvio recomendaba una pendiente de las gradas, con o sin asientos, de relación 1:2 —óptima desde el punto de vista acústico y visual—. Actualmente, con la instalación de altavoces, la pendiente de las gradas depende tan solo de la visibilidad. La trayectoria visual de los espectadores de una fila no debe quedar interferida por los que ocupan la fila inmediata inferior, según estas condiciones, el perfil de las gradas es una curva parabólica. La mejor visibilidad corresponde al segmento central de los lados mayores. La anchura de accesos y escaleras se calcula para el flujo de salida de espectadores, que, al contrario de lo que ocurre a la entrada, se produce simultáneamente. Según C. van Eesteren, cada 5.000 espectadores precisan 7 min para desalojar el estadio de Ámsterdam → 3 por las escaleras existentes de 9,5 m de anchura (en Los Ángeles 12 min, en Turín 9 min). Por consiguiente, 1 espectador utiliza 1 m de anchura de escalera en:

$$\frac{9{,}5 \times 420}{5.000} = 0{,}8 \text{ s.}$$

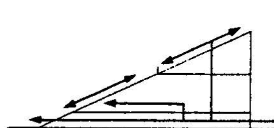
o bien en 1 s por cada metro de anchura de escalera pasan:

$$\frac{5.000}{9{,}5 \times 420} = 1{,}25 \text{ espectadores}$$

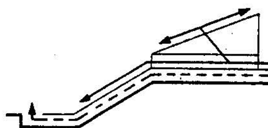
La fórmula que sirve para calcular la anchura de escalera en relación con el tiempo de desalojo deseado y un determinado número de espectadores es:

$$\text{anchura en m} = \frac{\text{n° de espectadores}}{\text{tiempo de desalojo en s} \times 1{,}25}$$

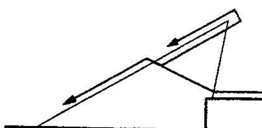
Los aseos deben estar bien comunicados con las tribunas. Un estadio para 20.000 espectadores precisa varias salas para prestar primeros auxilios. Sala de reposo y asistencia de 15 m², botiquín de 2 m² y 2 aseos con sifón. Para estadios con 30.000 o más espectadores se debe prever un espacio de 15 m² para los cuerpos de seguridad (policía, bomberos). Las cabinas para los comentaristas se sitúan en la tribuna principal y con buena visibilidad al campo de juego. Se calculan 1,5 m² por cabina. Detrás de cada 5 cabinas para comentaristas se debe prever una sala de conexiones de 4 m². Plazas de estacionamiento para turismos, 1 cada 4 espectadores, y plazas de estacionamiento para autobuses privados.



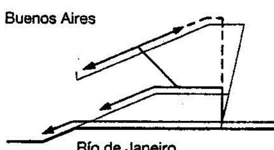
Buenos Aires



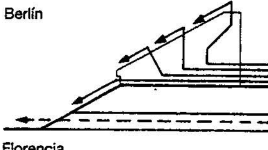
Berlín



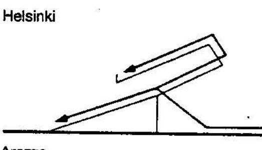
Helsinki



Río de Janeiro

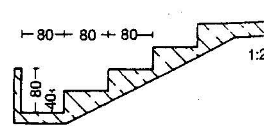


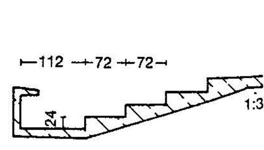
Florencia



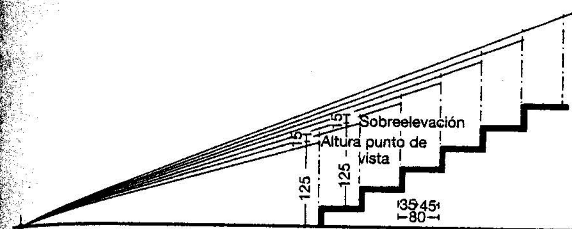
Arezzo

7 Esquemas de circulación de algunos campos de competición



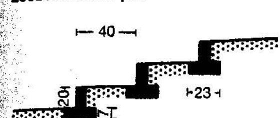


8 Secciones de diferentes tipos de gradas

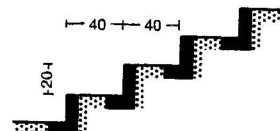


❶ Construcción gráfica de las líneas visuales

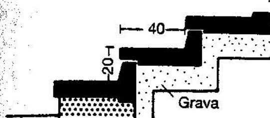
Localidades de pie



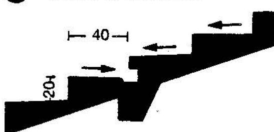
❷ Colocación de piezas de hormigón



❸ Gradas en forma de L

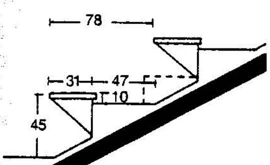


❹ Gradas en forma de L

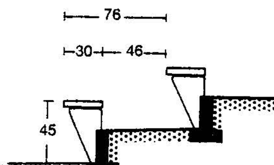


❺ Gradas de hormigón armado con pendientes y desagüe

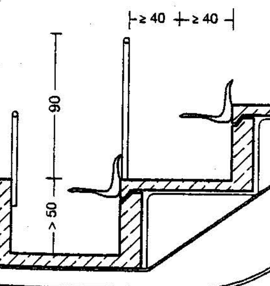
Localidades de asiento



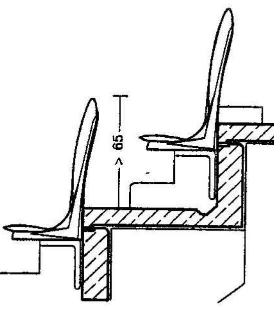
❽ Losa inclinada de hormigón armado y gradas con asientos de hormigón ligero



❾ Asientos sobre estribos de acero empotrados en el hormigón



❻ Para una altura de peldaño > 50 cm se deben contemplar protecciones contra caídas de mín. 90 cm



❼ La instalación de protecciones puede soslayarse con respaldos de más de 65 cm de altura

Los proyectos deben cumplir el Reglamento General de Policía de espectáculos públicos y actividades recreativas y demás normas aplicables, que pueden variar de una región a otra. En las normas se fijan los requisitos que deben cumplir los pasillos de circulación, escaleras, rampas y zonas de espectadores.

En estadios con una capacidad inferior a 10.000 espectadores, las tribunas de espectadores suelen construirse en los lados laterales (mejores condiciones de visibilidad, puesto que las distancias entre campo de juego y espectador son relativamente reducidas); en estadios mayores se distribuyen alrededor de todo el campo de juego.

Puesto que las competiciones se celebran en la mayoría de los casos por las tardes, las localidades más apreciadas son las que están situadas en el lado oeste (por no producirse deslumbramiento).

Para mejorar las condiciones de visibilidad debe existir suficiente desnivel entre filas consecutivas. En los estadios pequeños, con un máximo de 20 filas sin asientos o de 10 filas con asientos, la pendiente de las graderías puede ser lineal, con una relación de 1:2. En los demás estadios se sustituye la pendiente lineal por una curva parabólica. La construcción gráfica de las trayectorias visuales permite determinar la pendiente más adecuada para las localidades con asiento o sin asiento. Desnivel entre filas consecutivas: mín. 12 cm para las localidades sin asiento y 15 cm para las localidades con asiento → ❶.

Localidades con asiento

Por cada plaza sentada se calculan las siguientes dimensiones:

Anchura de una plaza de asiento	0,5 m
Profundidad de una plaza de asiento	0,8 m
Estas dimensiones se subdividen en:	
Superficie de asiento	0,35 m
Superficie de circulación	0,45 m

Para las localidades de asiento puede optarse entre asientos corridos (bancos) y asientos individuales. Las plazas de asiento con respaldo son más cómodas. En función de la situación de los accesos, se permite colocar el siguiente número máximo de asientos entre dos pasillos consecutivos:

En filas de pendiente poco pronunciada	48 asientos
En filas de pendiente pronunciada	36 asientos

Las localidades con y sin asiento deben delimitarse con elementos de separación. Cada 750 plazas se debe prever como mínimo 1 m de pasillo de emergencia (escalera, rampa o superficie plana).

Localidades de pie

Por cada plaza de pie se calculan las siguientes dimensiones:

Anchura de una localidad de pie	0,5 m
Profundidad de una localidad de pie	0,4 m

Cada 750 plazas, mín. 1 m como pasillo de emergencia (escalera, rampa, superficie plana). Para evitar aglomeraciones peligrosas en las llegadas y salidas, las localidades de pie se deben subdividir en grupos o bloques con una capacidad para unos 2.500 espectadores con accesos separados y claramente separados entre sí.

Los bloques de localidades de pie estarán provistos de los llamados "rompeolas". Desde cada localidad debe haber máx. 10 filas, hasta un antepecho seguro de 1,1 m de altura aprox. El empuje diagonal se debe contrarrestar colocando los "rompeolas" de forma alterna (desplazada).

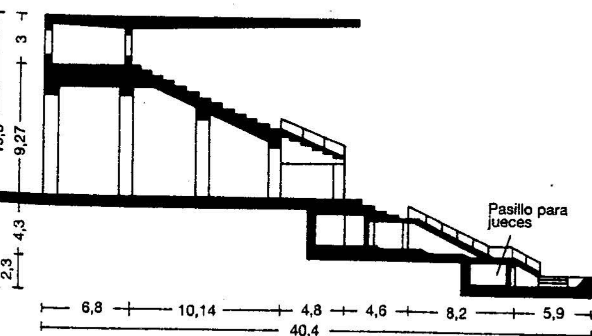
Las gradas se pueden construir con piezas prefabricadas de hormigón.

Invitados de honor. En los grandes estadios suele ubicarse un palco de honor cubierto, con sillas o sillones independientes.

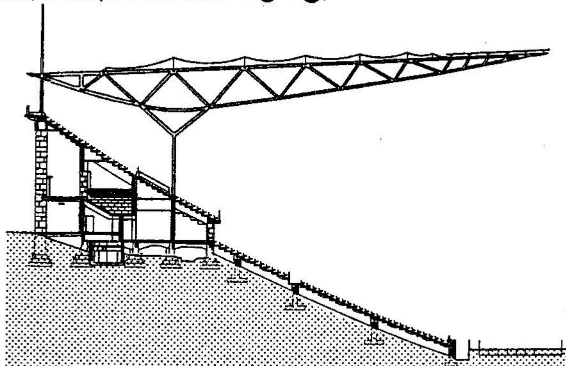
Marquesinas de tribuna. Debe intentarse cubrir el máximo número posible de localidades, que puede aumentarse superponiendo varias tribunas. En el estadio olímpico de Berlín y en el de Viena se han sustituido las antiguas marquesinas por otras nuevas → ❿ - ⓫.

Deportes
Ocio

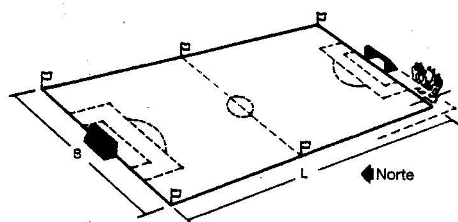
ESTADIOS
Organización
Graderías



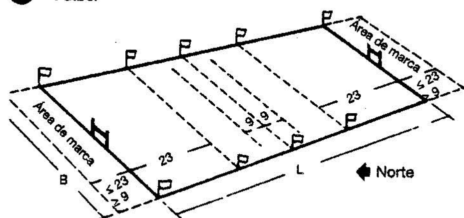
❿ Sección del estadio olímpico de Berlín — Arq.: Prof. Werner March


⓫ Sección del estadio olímpico de Berlín tras la remodelación — Arqs.: Gerkan Marg y Partner

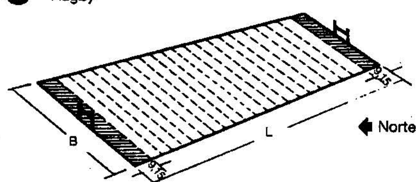
Deporte	Competición				Aficionado				Red	Portería/ canasta
	Medidas del campo	Distancias libres de obstáculos		Superficie total	Medidas	Distancias libres de obstáculos		Superficie total	Altura	A = anchura H = altura (c) = competición
		largo	ancho			largo	ancho			
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
Fútbol	45-90 × 90-120	1	2	46-91 × 92-122	68 × 105	1	2	69 × 107	-	A = 7,32 H = 2,44
Fútbol (reglamento FIFA)	45-90 × 90-120	2	3,5	47-92 × 93,5-123,5	68 × 105	2	3,5	70 × 108,5	-	A = 7,32 H = 2,44
Rugby	68,4 × 100	2	12-23	70,4 × 123	68,4 × 100	2	12-23	70,4 × 123	-	A = 5,6 H = 3
Balonmano	55-65 × 90-110	1	2	56-66 × 92-112	60 × 90	1	2	61 × 92	-	A = 3 H = 2
Balonmano sala	18-22 × 38-44	1	2	19-23 × 40-46	20 × 40	1	2	21 × 42	-	A = 3 H = 2
Hockey	-	-	-	-	55 × 91,4	2	4	57 × 95,4	-	A = 3,66 H = 2,14
Baloncesto alemán	25 × 60	1	2	26 × 62	25 × 60	1	2	26 × 62	-	Alt. canasta 2,5
Tiro de pelota	25 × 50-70	10	10	35 × 60-80	-	-	-	-	-	Altura del poste 1,5
Ciclo-pelota	9-11 × 12-14	0,5	0,5-1	9,5-11,5 × 13-15	-	-	-	-	-	A = 2 H = 2
Voleibol	9 × 18	2	3	11 × 21	9 × 18	2	3	11 × 21	2,43	-
Prellball	8 × 16	2	4	10 × 20	8 × 16	2	4	10 × 20	-	-
Lanzam. pelota con onda	-	-	-	-	15 × 100	8	30	23 × 130	-	-
Juego de pelota	-	-	-	-	20 × 50	6	8	26 × 58	2	-
Baloncesto	15 × 28	1	1	-	-	-	-	-	-	3,05
Una sola canasta	13-15 × 24-28	1 2	1 2	14-16 × 26-30	-	-	-	-	-	3,05



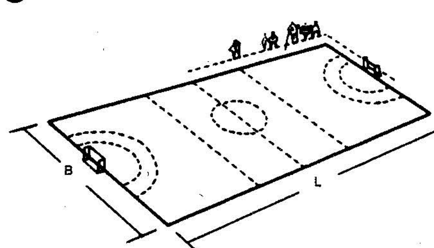
1 Fútbol



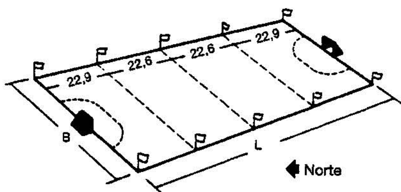
2 Rugby



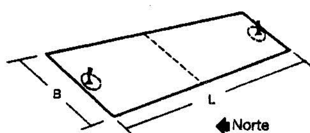
3 Fútbol americano, portería 5,5 × 3,05 m



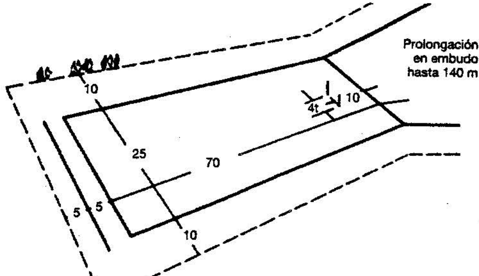
4 Balonmano



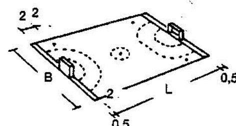
5 Hockey



6 Baloncesto alemán, canasta Ø 55 cm y 2,5 m de altura

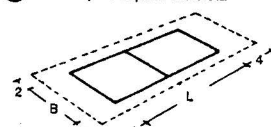


7 Tiro de pelota



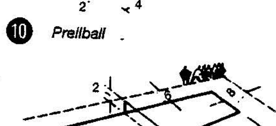
8 Ciclo-pelota/polo-bicicleta

9 Vóleibol

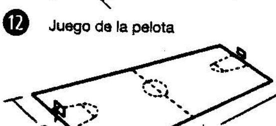


10 *Prellball*

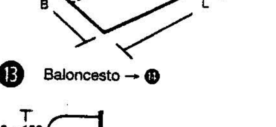
11 Lanzamiento de pelota con honda

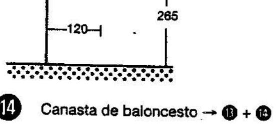


12 Juego de la pelota

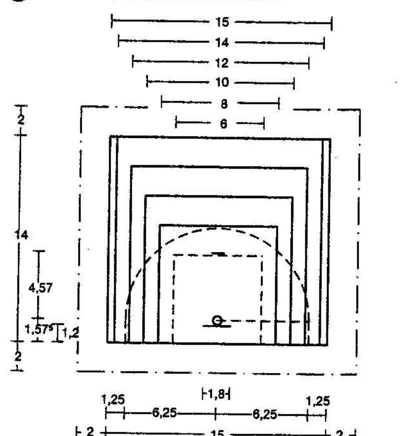


13 Baloncesto → 14

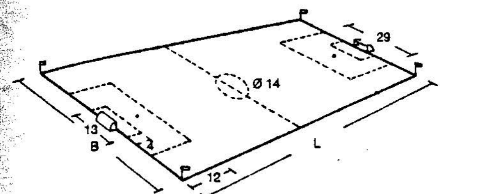




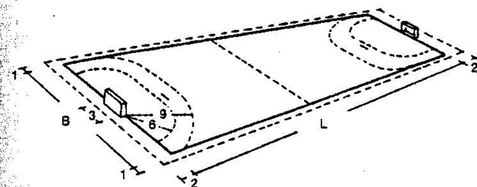
14 Canasta de baloncesto → 13 + 15



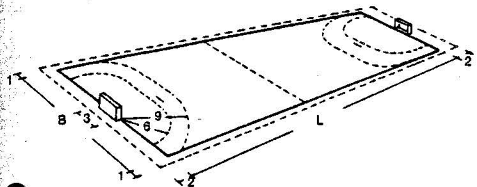
15 Única canasta exterior → canasta 14



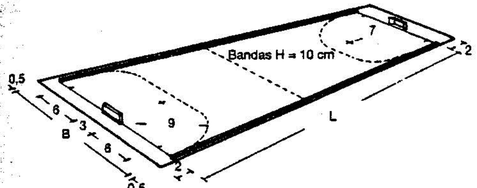
❶ Campo reducido de fútbol escolar



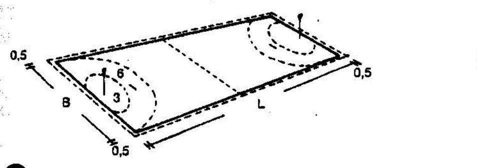
❷ Fútbol sala, porterías 2 × 3 m



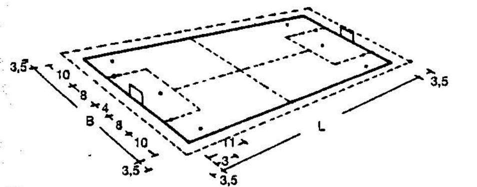
❸ Balonmano-sala



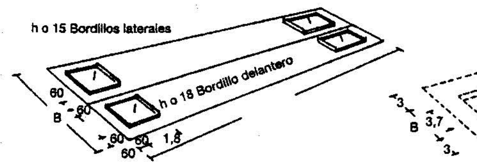
❹ Hockey-sala



❺ Baloncesto (alemán), canasta Ø 0,55, 2,5 m de altura



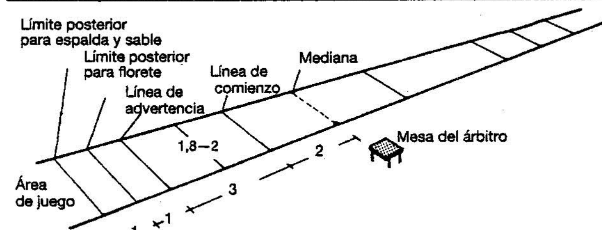
❻ Ciclo-pelota sobre hierba



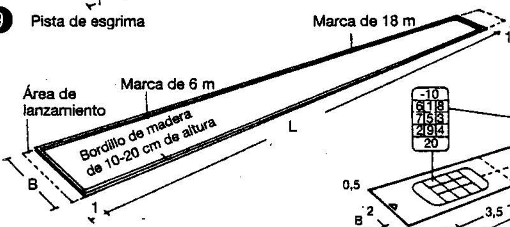
❼ Lanzamiento de herradura

Dimensiones del campo en metros						
Deporte	Máximo		Mínimo		Reglamentario[1]	
	L	B	L	B	L	B
❶ Campo reducido para fútbol escolar	70	40	40	20	44	22
❷ Fútbol sala	50	25	40	20	44	22
❸ Balonmano sala (pista cubierta)	-	-	-	-	44	22
❹ Hockey sala	40	20	36	18	44	22
❺ Baloncesto alemán	60	25	64	27	-	-
❻ Ciclo-pelota sobre hierba	-	-	-	-	60	40
❼ Lanzamiento de herradura	15	3	12	3	-	-
❽ Campos de cróquet	-	-	-	-	20	4
❾ Pista esgrima	24	2	13	1,8	-	-
❿ Bolos	-	-	-	-	24	3
⓫ *Shuffleboard*	-	-	-	-	17	3
⓬ Minitenis	12,2	5,5	-	-	18,2	11,5
⓭ *Softball*	-	-	-	-	18,29	18,29

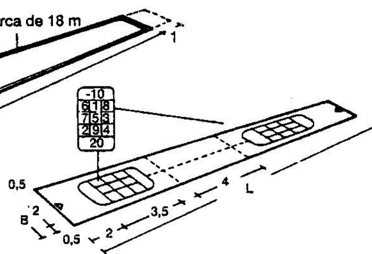
[1] Incluida la distancia de seguridad



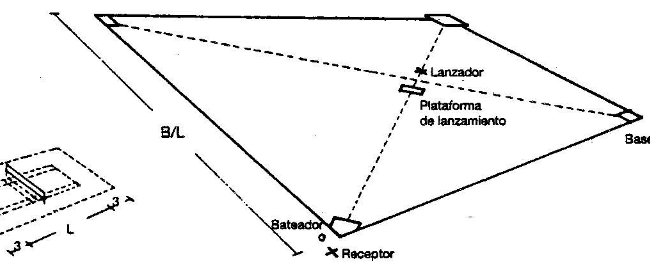
❾ Pista de esgrima



❿ Bolos

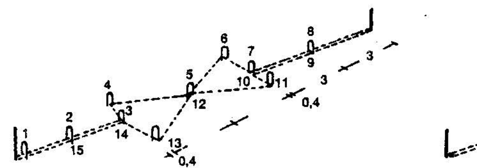
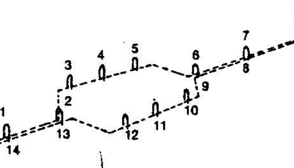
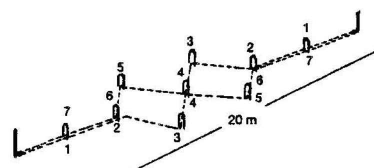


⓫ *Shuffleboard* (juego del tejado)

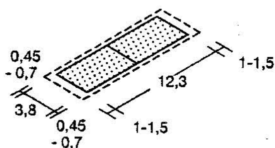


⓬ Minitenis

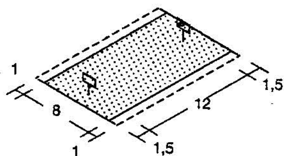
⓭ *Softball*

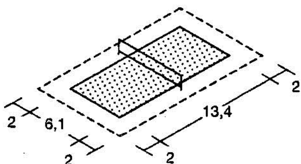
❽ Campos de cróquet



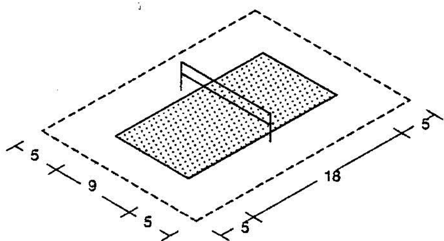
❶ *Beachminton*



❷ Baloncesto de playa



❸ Bádminton de playa (competición)

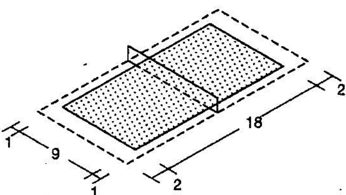


❹ Vóleibol de playa (competición)

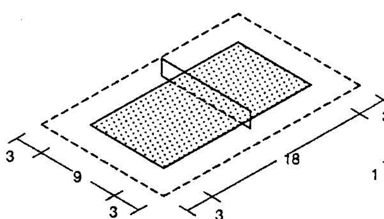
Modalidad deportiva de playa	Deporte de competición: Medidas campo	Deporte de competición: Distancias libres de obstáculos: A lo largo	Deporte de competición: Distancias libres de obstáculos: A lo ancho	Deporte de competición: Superficie total	Deporte de aficionados: Medidas	Deporte de aficionados: Distancias libres de obstáculos: A lo largo	Deporte de aficionados: Distancias libres de obstáculos: A lo ancho	Deporte de aficionados: Superficie total	Red: Altura	Portería: A = ancho H = altura (C) = competición	Sala: Altura libre pabellón
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
Vóleibol	18 × 9	5	5	28 × 19	18 × 9	3	3,5	25 ×15	2,24 f 2,43 m	-	reg. > 5,5 nac. > 7 int. >12,5
Fútbol (profesional)	36 × 28	1	2	40 × 30	-	-	-	-	-	A=7,32(C) H=2,44(C)	-
(aficionado)	31 × 25	1	2	35 × 27	-	-	-	-	-	A=5(C) H=2(C)	-
	-	-	-	-	27 × 12	1,5	1,5	30 × 15	-	A=3 H=2	-
Futboltenis de playa	-	-	-	-	18 × 9	1	2	22 × 11	1,3	-	-
Futboleivol	18 × 9	2	2	22 × 13	12 × 6	2	2	16 × 10	1,1	-	-
Balonmano	27 × 12	3	3	33 × 18	27 × 12	1,5	1,5	30 × 15	-	A=3 H=2	-
Bádminton	13,4 × 6,1	2	2	17,4 × 10,1	13,4 × 6,1	1,5 0,3	2 1,3	16,4 × 10,1	1,55	-	reg. > 7 nac. > 7 int. > 9
Beachminton	12,3 × 3,8	0,45 0,7	1 1,5	14,3 × 4,7 15,3 × 5,2	12,8 × 3,8	0,3	0,35	13 × 4,4	1,28	-	reg. > 5,2 nac. > 6,5 int. > 9
Baloncesto	12 distancia entre canastas	-	-	-	15 × 8	1	-	15 × 10	-	distancia entre canastas 12	-
Tenis (cancha individual)	18 × 9 18 × 6	3 3	3 3	24 × 15 24 × 12	18 × 9 18 × 6	3 3	3 3	24 × 15 24 × 12	1,5 1,5	-	reg. > 7[1] nac. > 9 int. > 9
TAMbeach (cancha individual)	24 × 11 24 × 7,5	1 1	2 2	28 × 13 28 × 9,5	18 × 9 18 × 6	1 1	2 2	22 × 11 22 × 8	2,1 hasta 2,15	-	-

[1] La categoría regional puede llegar a 5,5 m

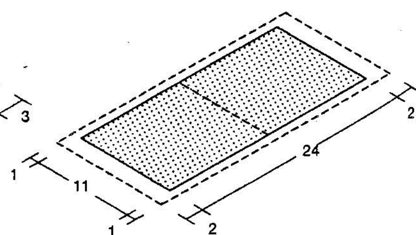
❼ Dimensiones de las canchas deportivas para deportes de playa



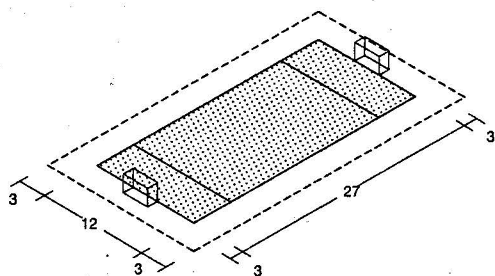
❺ Futboltenis de playa



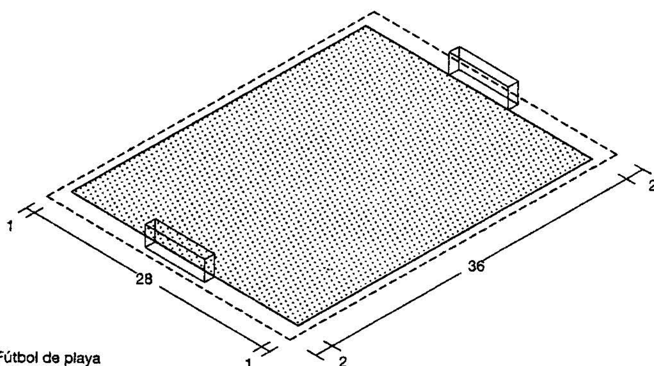
❽ Tenis de playa (dobles)



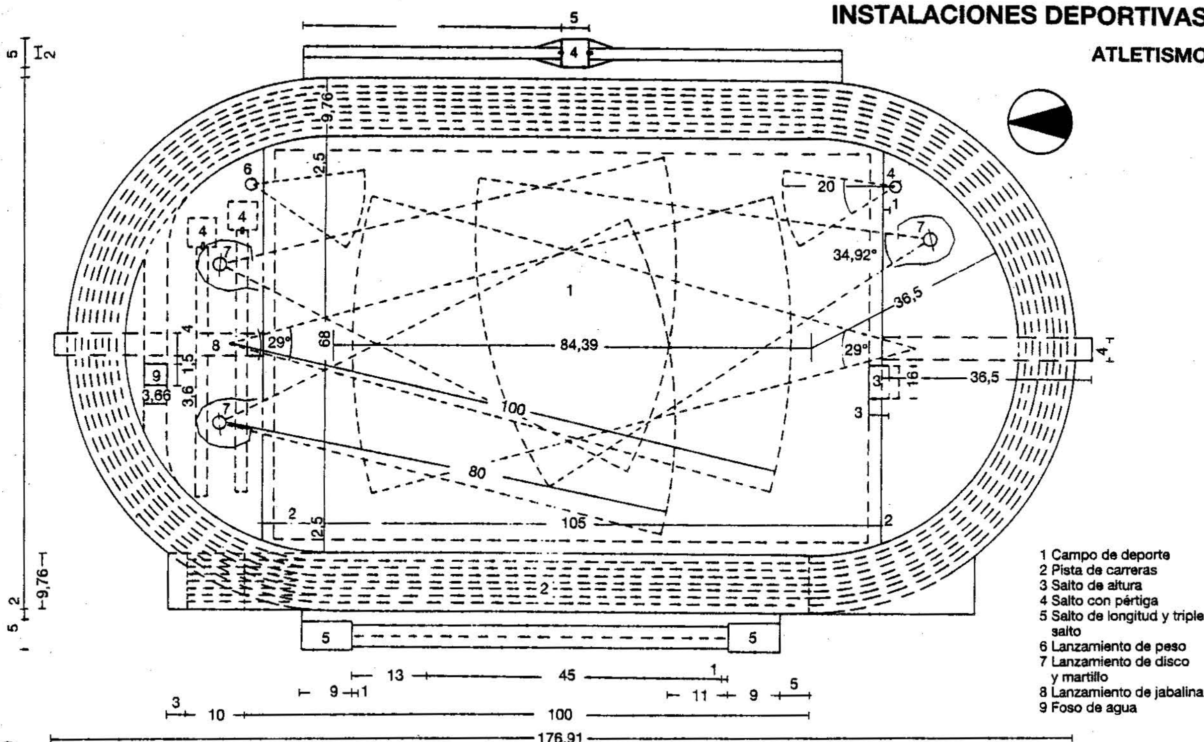
❾ TAMbeach® (competición)



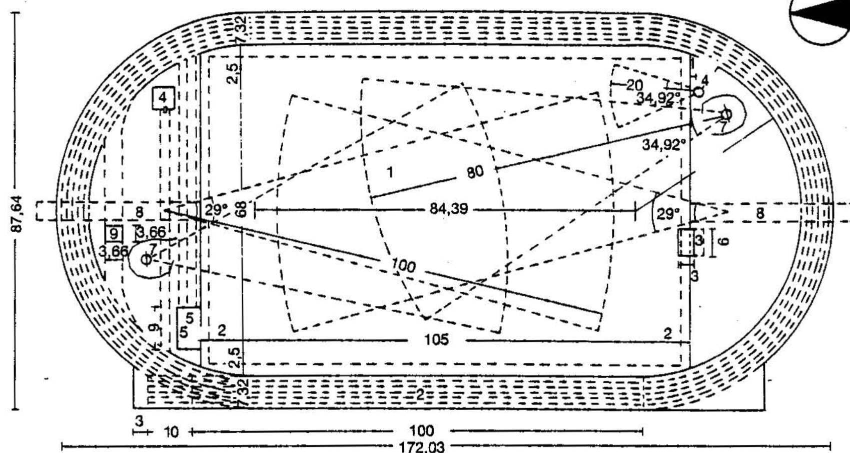
❻ Balonmano de playa (competición)



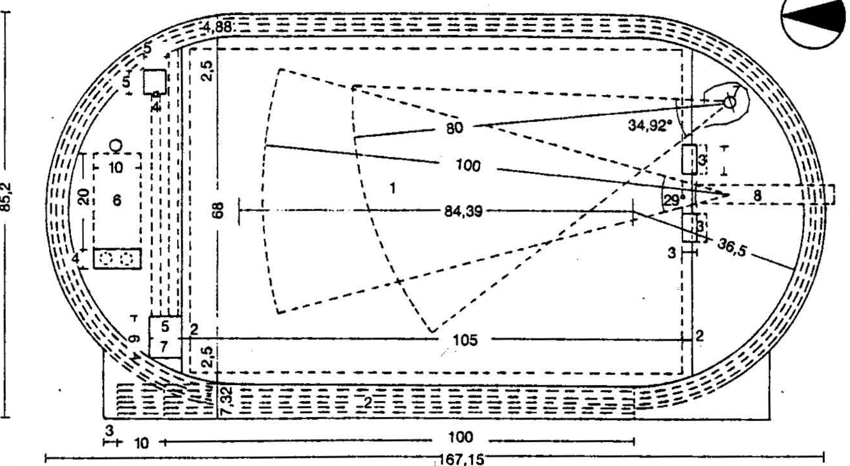
❼ Fútbol de playa



❶ Pista de competición tipo A



❷ Pista de competición tipo B



❸ Pista de competición tipo C

Información: Federación Alemana de Atletismo, Darmstadt

Pista de competición tipo A
Se compone de una pista perimetral de 8 calles alrededor del campo de deporte interior; lanzamiento de peso, disco y martillo, instalaciones de salto de altura y lanzamiento de jabalina situadas en la zona sur; lanzamiento de peso, disco y martillo, lanzamiento de jabalina y foso con agua para carreras de obstáculos en la zona norte; instalación de salto con pértiga con 2 pistas de impulsión enfrentadas, paralelas a la recta este y en el exterior de la pista de carreras; foso de salto de longitud y triple salto, con dos pistas de impulsión enfrentadas, situadas en paralelo a la recta oeste y en el exterior de la pista de carreras.

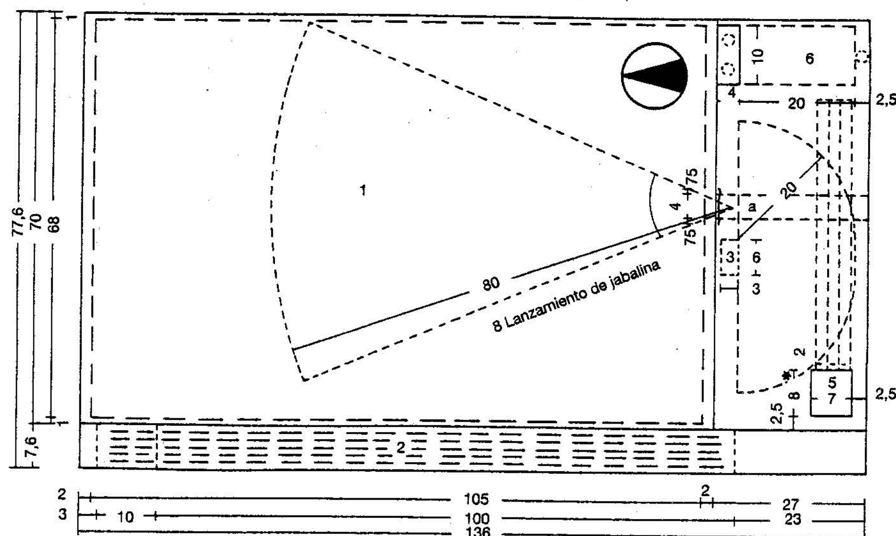
Pista de competición tipo B
Se compone de una pista perimetral de 6 calles, campo de deporte interior; instalaciones de lanzamiento de peso disco y martillo, salto de altura y lanzamiento de jabalina situadas en la zona sur; instalaciones de salto con pértiga, lanzamiento de jabalina, disco y martillo, salto de longitud y triple salto con tres pistas de impulsión, así como foso con agua para carreras de obstáculos, en la zona norte. Las instalaciones de salto con pértiga, de longitud y triple salto pueden disponerse también en la zona exterior a la pista perimetral de carreras.

Pista de competición tipo C
Se compone de una pista perimetral de 4 calles, campo de deporte interior; instalaciones de lanzamiento de disco, martillo, de salto de altura y lanzamiento de jabalina, en la zona sur; instalaciones de salto con pértiga, lanzamiento de disco y martillo, salto de longitud y triple salto, Con 3 pistas de impulsión e instalación de lanzamiento de peso en la zona norte.

INSTALACIONES DEPORTIVAS

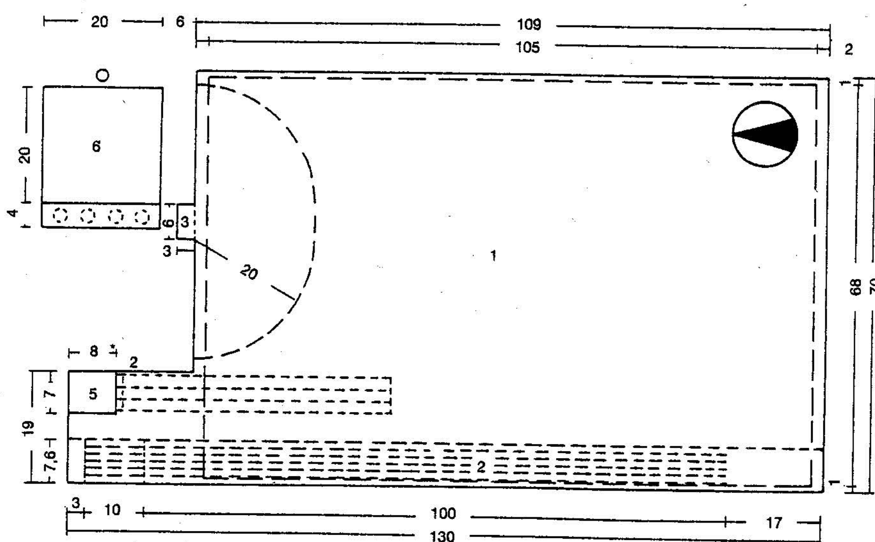
ATLETISMO

La pista de competición tipo D está provista de → ❶
4 a 6 calles para carreras de velocidad, lisas o con vallas, en pistas rectas.
1 campo de deporte de 68 × 105 m (70 × 109 m con zonas de seguridad).
1 instalación entrenamiento de lanzamiento de peso, dirección de lanzamiento sur.
1 instalación para salto de longitud y triple salto, dirección de impulsión oeste.
1 instalación de salto de altura, con dirección de impulsión hacia el norte.
1 círculo de lanzamiento de peso, dirección de lanzamiento hacia el norte.
1 instalación de lanzamiento de pelota, dirección lanzamiento hacia el norte.
1 campo de deporte reducido de 27 × 45 m (zonas de seguridad incluidas). En general, el acabado de la pista de carreras del tipo D consiste en una capa de tierra roja, pero si se utiliza con frecuencia es más recomendable emplear un pavimento sintético.
Campo de deporte de gran superficie y utilización flexible e instalaciones de atletismo fuera y dentro del campo. Se compone de: → ❷
1 campo de deporte de 68 × 105 m (70 × 109 m con zonas de seguridad).
1 instalación de salto de altura, impulsión hacia norte, por encima campo de juego.
1 instalación de entrenamiento para el lanzamiento de peso, dirección de lanzamiento hacia el este.
1 círculo para lanzamiento de peso, dirección lanzamiento hacia el oeste.
Para el entrenamiento de las disciplinas de lanzamiento se recomienda, por seguridad, un campo propio. Se compone de una de césped para la caída de tamaño aprox. al de un campo de deporte de gran superficie, con una zona de impulsión y de lanzamiento para jabalina, disco y martillo situada en el lado estrecho sur del campo → ❸.

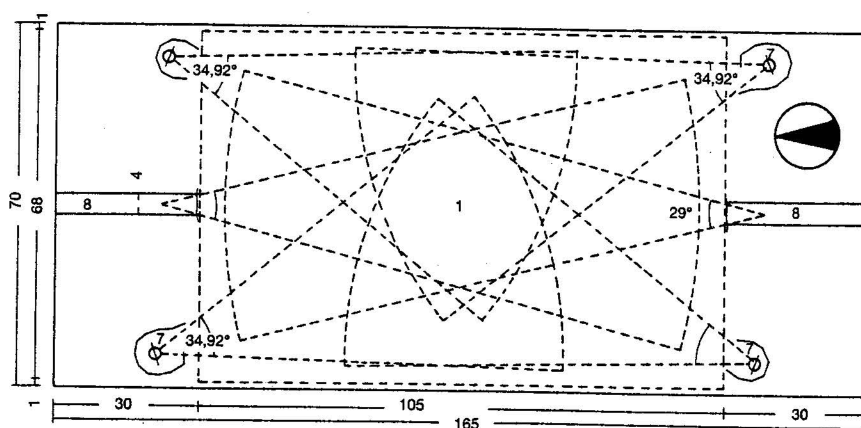


❶ Pista de competición tipo D

1 Campo de deporte
2 Pista de carreras
3 Salto de altura
4 Salto de pértiga
5 Salto de longitud
6 Lanzamiento de peso
7 Lanz. de disco y martillo
8 Lanzamiento de jabalina (tiro de pelota)

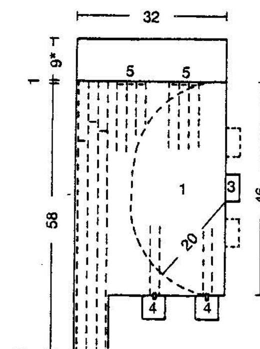


❷ Pista de deporte de gran superficie y utilización flexible

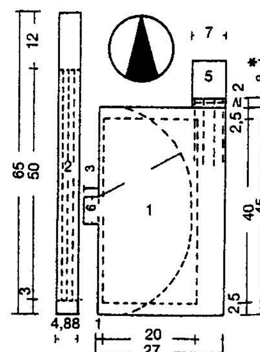


❸ Pista de lanzamiento

* para competición = 9 m, distancia de la tabla de batida 1 m
para entrenamiento = 8 m, distancia de la tabla de batida 2 m → pág. 326

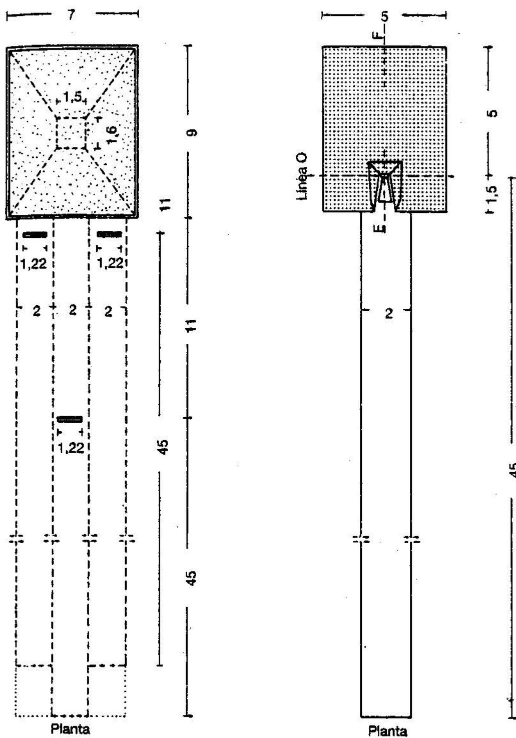


❹ Pista central de impulsión



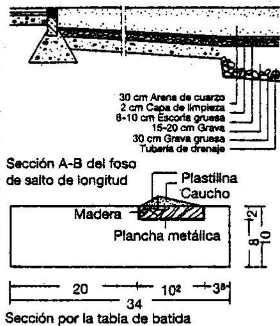
❺ Campo de deporte de superficie reducida y utilización flexible

Información: Instituto Federal Alemán para el Deporte, Bonn

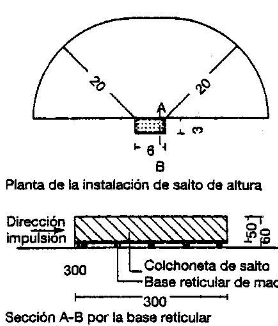


❶ Instalación para salto de longitud y triple salto

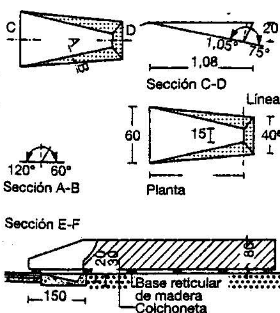
❷ Instalación para salto con pértiga → ❺



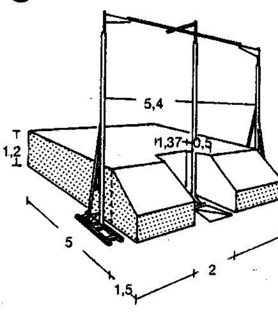
❸ Instalación para salto de longitud y triple salto



❹ Instalación para salto de altura



❺ Instalación para salto con pértiga → ❷

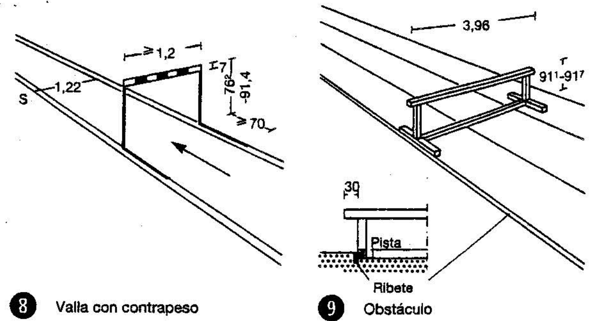


❻ Colchoneta y soporte de la barra para el salto con pértiga → ❷

Tipo de instalación	Pista impulsión Longitud m	Anchura m	Foso (G) o colchoneta (K)	Longitud m	Anchura m
Salto de longitud	≥ 45[1]	1,22[2]	G	≥ 8	2,75
Triple salto	≥ 45[3]	1,22[2]	G	≥ 8	2,75
Salto de pértiga	≥ 45	1,22	KG	≥ 5	5
Salto de altura	Semicircun. r ≥ 2		K	≥ 3	5 a 6

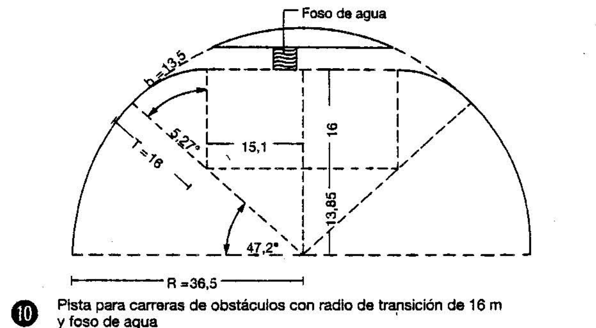
[1] La tabla de batida se sitúa como mín. a 1 m del foso, puesto que la distancia entre la línea de batida y el límite del foso debe ser > de 10 m. Para instalaciones de alta competición la longitud del foso es de 9 m.
[2] Para instalaciones polivalentes la anchura de cada pista de impulsión es de 2 m.
[3] Distancia entre foso y tabla de batida 11 m (para categoría juvenil: 9 m; alta competición: 13 m)

❼ Dimensiones de las instalaciones para saltos → ❶ - ❷

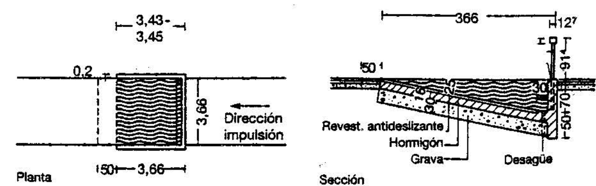


❽ Valla con contrapeso

❾ Obstáculo



❿ Pista para carreras de obstáculos con radio de transición de 16 m y foso de agua



⓫ Pista para carreras de obstáculos, foso de agua

⓬ Pista para carreras de obstáculos, foso de agua

Tipo de pista de carreras	Longitud (m) Zona salida	Pista de carrera	Tramo de llegada	Anchura de cada calle[1]
Pista recta para carreras cortas	3	110[2]	17	1,22
Pista perimetral	–[3]	400	17	1,22

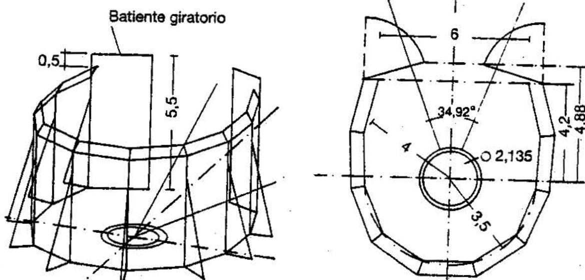
[1] Para la pista perimetral de carreras se necesita una franja de seguridad de 28 cm, aunque su acabado ha de ser diferente al de la pista de carrera
[2] La longitud de 110 m de los 110 m vallas. Por lo demás, la longitud para las carreras cortas es de 100 m
[3] No se necesita una zona de salida adicional

⓭ Dimensiones de las pistas de carreras → ❽

Longitud del tramo	Categoría	Número de vallas	Altura de las vallas	Impulsión entre vallas	Distancia de llegada	Tramo
400 m	Masculina y masc. juvenil A + B	10	0,914 m	45 m	35 m	40 m
400 m	Femenina y femenina juvenil A	10	0,762 m	45 m	35 m	40 m
110 m	Masculina	10	1,067 m	13,72 m	9,14 m	14,02 m
110 m	Masculina juvenil A	10	0,996 m	13,72 m	8,9 m	16,18 m
110 m	Masculina juvenil B	10	0,914 m	13,5 m	8,6 m	19,1 m
100 m	Femenina y femenina juvenil A	10	0,84 m	13 m	8,5 m	10,5 m
100 m	Femenina juvenil B (desde 1984)	10	0,762 m	13 m	8,5 m	10,5 m
100 m	Femenina juvenil B (desde 1983)	10	0,84 m	12 m	8 m	16 m
80 m	Infantiles A	8	0,84 m	12 m	8 m	12 m
80 m	Infantiles A	8	0,762 m	12 m	8 m	12 m
60 m	Infantiles B Infantiles B	6	0,762 m	11,5 m	7,5 m	11 m

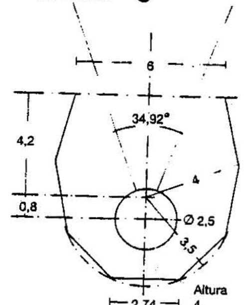
Observaciones: se permite una tolerancia ± 3 mm en la altura estándar

⓮ Pista para carreras de vallas → ❽

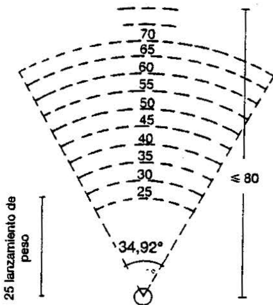


❶ Vista lateral de una instalación combinada para lanzamiento de martillo → ❷

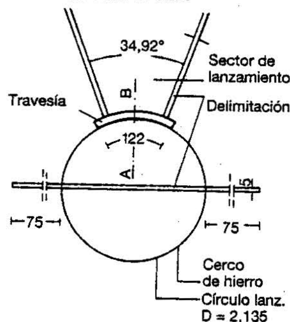
❷ Planta de una instalación para lanzamiento de martillo



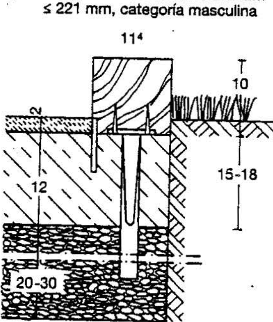
❸ Planta de una instalación para lanzamiento de disco



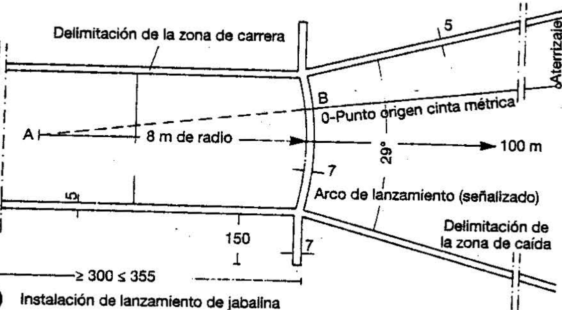
❹ Instalación para lanzamiento de disco. Ø del disco: ≥ 219 mm ≤ 221 mm, categoría masculina



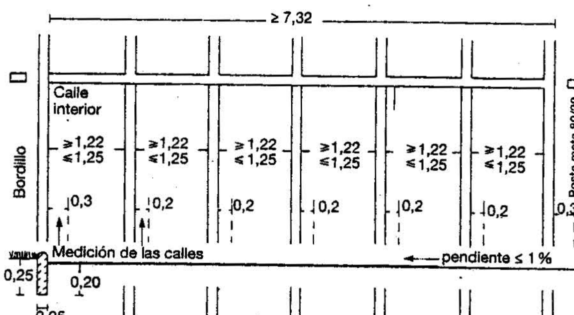
❺ Círculo de lanzamiento de peso → ❻



❻ Traviesa/lanzamiento de peso Sección A-B



❼ Instalación de lanzamiento de jabalina



❽ Dimensiones de las pistas de carreras (pista de competición tipo B)

Información: Instituto Federal Alemán para el Deporte, Bonn

Las dimensiones indicadas en la tabla → ❾ son las que fijan las normas de competición y, por lo tanto, no se pueden alterar. En las instalaciones de deporte destinadas a colegios, entrenamiento y ocio se permiten ligeras variaciones. Las instalaciones para el lanzamiento de martillo equivalen a las que se utilizan en el lanzamiento de disco → ❶ – ❹ teniendo en cuenta que el diámetro del círculo de lanzamiento de martillo es de 2,135 m. La jaula de protección → ❶ – ❷ solamente se utiliza en competiciones, mientras que en los demás casos resulta suficiente el montaje de la jaula de protección prevista para el lanzamiento del disco → ❸.
Las instalaciones para el lanzamiento de jabalina se componen de dos sectores, la zona de carrera y la zona de caída.
Como término medio, la anchura de la zona de carrera es de 4 m y su longitud de 36,5 m. La longitud mínima permitida es de 30 m. Las zonas de carrera y de caída se delimitan con un arco de circunferencia, que corresponde a la línea de lanzamiento (arco de lanzamiento).
Las instalaciones para el lanzamiento de peso se componen del círculo de pista y del sector de lanzamiento → ❺ – ❻. La longitud de este tipo de instalación es normalmente de 20 m y de 25 m para alta competición.

Ejemplo I: campo de deportes, ámbito de influencia de unos 5.000 habitantes	
1 pista de competición tipo D	10.554 m²
2 campos de deporte de superficie reducida, 27 × 45 m	2.430 m²
1 campo de deporte de entrenamiento	4.500 m²
2 campos de juego para actividades de ocio	250 m²
1 zona con césped para juegos y gimnasia	1.000 m²
1 campo para ejercicios de mantenimiento	1.400 m²
Superficie útil total	aprox. 20.000 m²
Ejemplo II: aprox. 7.000 habitantes	
1 pista de competición tipo D	10.554 m²
1 campo de deporte de gran superficie, 70 × 109 m	7.630 m²
2 campos de juego de superficie reducida, 27 × 45 m	2.430 m²
Superficie libre para actividades de ocio	3.000 m²
1 zona con césped para juegos y gimnasia	1.000 m²
1 campo para ejercicios de mantenimiento	2.300 m²
1 pista de patinaje	800 m²
Superficie útil total	aprox. 28.000 m²
Ejemplo III: aprox. 7.000 habitantes	
1 pista de competición tipo B	14.000 m²
1 campo de deporte de gran superficie, 70 × 109 m	7.630 m²
3 campos de juego de superficie reducida, 27 × 45 m	3.645 m²
1 zona con césped para juegos y gimnasia	1.000 m²
1 campo para ejercicios de mantenimiento	1.400 m²
Superficie útil total	aprox. 28.000 m²
Ejemplo IV: aprox. 15.000 habitantes	
1 pista de competición tipo B	14.000 m²
3 campos de gran superficie, 70 × 109 m	22.890 m²
7 campos de superficie reducida, 27 × 45 m	8.505 m²
Superficie libre para actividades de ocio	6.000 m²
1 pista de mantenimiento	3.300 m²
1 campo de mantenimiento	1.400 m²
1 zona de mantenimiento/recreo infantil	1.000 m²
2 zonas con césped para juegos y gimnasia	2.000 m²
Superficie útil total	aprox. 60.000 m²
Ejemplo V: aprox. 20.000 habitantes	
1 pista de competición tipo B	14.000 m²
1 campo de gran superficie de utilización flexible	8.400 m²
4 campos de juego de gran superficie, 70 × 109 m	30.520 m²
10 campos de juego de superficie reducida, 27 × 45 m	12.150 m²
Superficie libre para actividades de ocio	6.000 m²
1 pista de mantenimiento	3.300 m²
1 campo de mantenimiento	1.400 m²
1 zona de mantenimiento/recreo infantil	1.000 m²
2 campos con césped para juegos y gimnasia	2.000 m²
Superficie útil total	aprox. 80.000 m²

Tipo de instalación	Superficie de lanzamiento m	Zona de caída Ángulo	Longitud
Lanzamiento de disco	Círculo de lanzamiento d = 2,50[1])	40°	80
Lanzamiento de martillo	Círculo de lanzamiento d = 2,135	40°	80
Lanzamiento de jabalina	Longitud de la zona de carrera = 36,50[2]) Anchura de la zona de carrera = 4	aprox. 29°	100
Lanzamiento de peso	Círculo de lanzamiento d = 2,135	40°	hasta 25

[1]) Fijando un segundo perfil circular se puede utilizar para el lanzamiento de martillo
[2]) ≥ 30 m

❾ Dimensiones de las instalaciones de lanzamiento. Los ejemplos I a V deben considerarse como ayudas orientativas para organizar la superficie útil (4m²/habitante) en diferentes ámbitos de influencia

Información: Federación Alemana de Tenis, Hamburgo

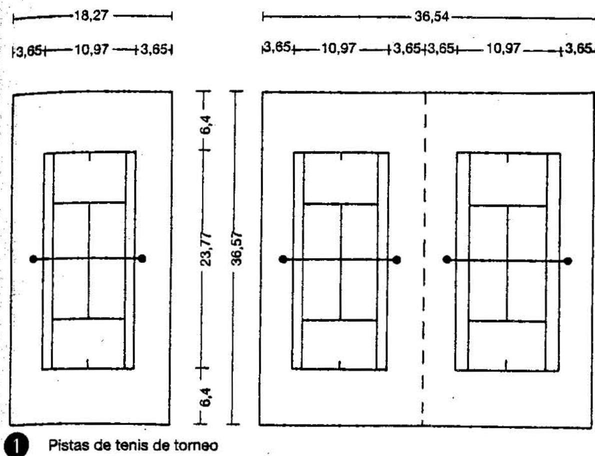
Dobles → ❶ – ❷ .... 10,97 × 23,77 m
Individuales .... 8,23 × 23,77 m
Espacio lateral .... ≥ 3,65 m
Espacio lateral en torneos .... 4 m
Espacio de fondo .... ≥ 6,4 m
Espacio de fondo en torneos .... 8 m
Entre dos pistas .... 7,3 m
Altura de la red en el centro .... 0,914 m
Altura de la red en los postes .... 1,07 m
Altura de la cerca de malla metálica .... 4 m

De malla de alambre de 2,5 mm de grueso y retícula de 4 cm.
Cálculo del número de pistas necesarias: el número de jugadores de tenis oscila entre un 1,6 y un 3 % de la población total (alemana). La relación (pistas de tenis/jugadores) en instalaciones nuevas es de 1:30. Fórmula empírica:

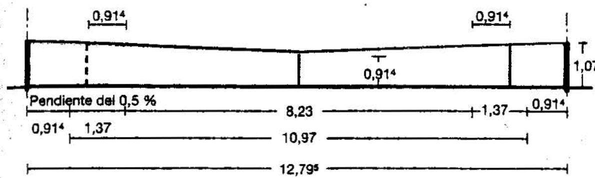
$$\text{n° de pistas (T)} = \frac{\text{n° de habitantes} \times 3}{100 \times 30}$$

Superficie necesaria para zonas de recreo infantil, por cada pista de tenis se requieren 20 m² como valor directriz → ❸.
Zonas de aparcamiento: para una utilización normal de las instalaciones (sin espectadores) se deben prever 4 plazas de estacionamiento para turismos por pista de tenis.

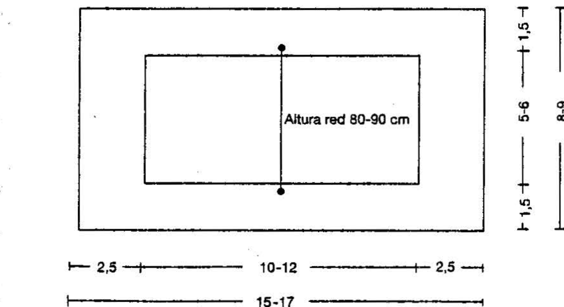
Superficie del solar: la superficie neta (superficie útil destinada a las instalaciones) corresponde a la suma de las superficies que ocupan la pista de tenis, media pista con muro de entrenamiento y la superficie necesaria para zonas de recreo infantil. Por lo general, se ha comprobado que añadiendo entre el 60 % y el 80 % a la superficie neta, se obtiene la superficie total del solar. Es preferible que el eje longitudinal de las pistas de tenis siga la dirección N-S.
Se permiten variaciones (oeste mejor que este). No es aconsejable que se agrupen más de dos pistas lateralmente (con ejes longitudinales paralelos). Cuando las pistas se disponen de manera que quedan situadas una detrás de la otra, solo necesitan un elemento de separación visual. Para la iluminación artificial si se utilizan los laterales, la altura de los focos es de unos 10 m.
Cuando se diseña la distribución deben considerarse también las posibles ampliaciones en el futuro. El proyecto debe estructurarse de manera que pueda realizarse por fases, sin que esto suponga un entorpecimiento en la utilización de las instalaciones. Es importante planificar desde un principio la posible construcción de futuras viviendas (para el vigilante de las pistas, entrenador, arrendatario), así como garajes. Desde el punto de vista urbanístico, las instalaciones de tenis deben integrarse perfectamente en el paisaje circundante.



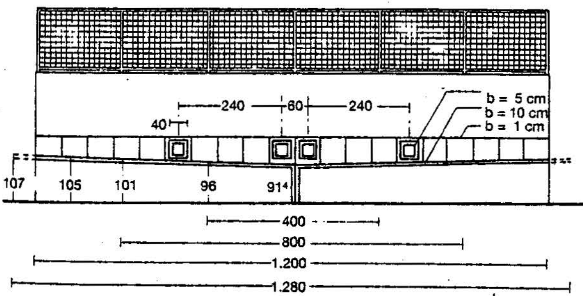
❶ Pistas de tenis de torneo



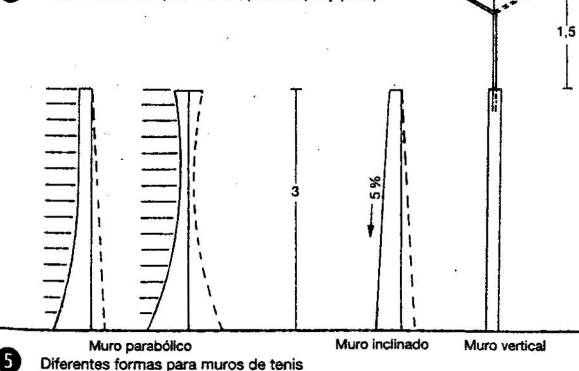
❷ La red



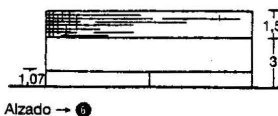
❸ Pista de tenis infantil



❹ Marcas en la red (entre otras, para saque y pase)



❺ Diferentes formas para muros de tenis

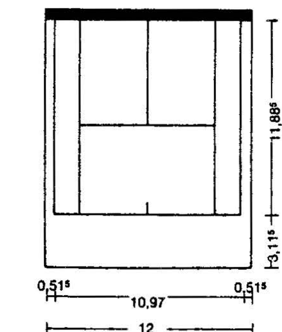


Alzado → ❻

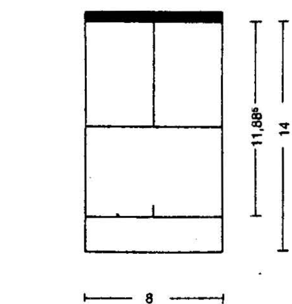


Alzado → ❼

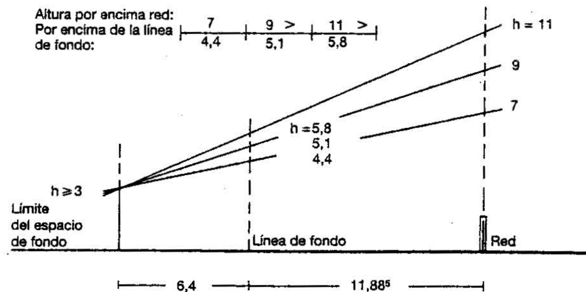
Dimensiones recomendadas para muros de tenis + zona de juego ante el muro



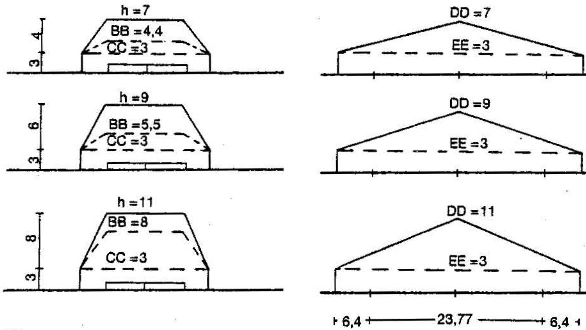
❻ Media pista con muro de entrenamiento (para dobles)



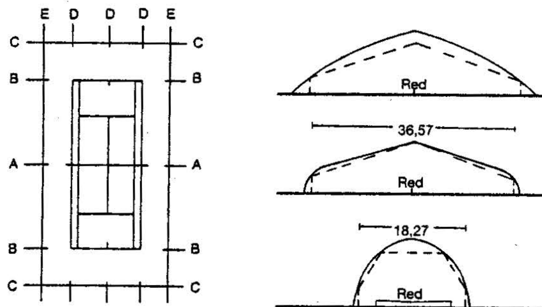
❼ Media pista con muro de entrenamiento (individuales)



❶ Altura de las naves



❷ Secciones longitudinales y transversales de diferentes tipos de naves → ❸



❸ Planta esquemática → ❷

❹ Dimensiones y formas de naves

La altura de las naves para pistas cubiertas de tenis se han establecido en convenios internacionales. Según las normas de la Copa Davis se exige una altura de 10,67 m. Se recomienda una altura de 9-11 m, aunque por lo general es suficiente con 9 m → ❶. Los palacios de deporte con una altura de 7 m también permiten la práctica del tenis. La altura de la nave se mide desde el suelo, junto a la red, hasta el canto inferior de la percha o del elemento portante de la cubierta, situado a menor altura, debe mantenerse constante en toda la anchura de la pista (10,97 m). En el límite exterior de los espacios laterales y de fondo la altura mínima será de 3 m. Visión general de secciones longitudinales y transversales de diferentes tipos de naves con cubierta a la mansarda.

Tipos de naves: nave desmontable (construcción efímera), nave fija, nave transformable. Dimensiones interiores de la nave: 18,3 × 36,6 m → ❻. Como las dimensiones del campo de juego, de los espacios laterales y de fondo están fijadas según los convenios internacionales, resulta:

$$\text{nave de tenis para 2 pistas} = \frac{NT2}{(I + D)} = (2 \times 18{,}3) \times (1 \times 36{,}6) = 36{,}6 \times 36{,}6$$

$$\text{nave de tenis para 3 pistas} = \frac{NT3}{(I + D)}$$

resulta análogamente una superficie de nave de 54,9 × 36,6 m. Estas son dimensiones ideales referentes a las posibilidades de aprovechamiento de la superficie destinada a la práctica del tenis. En caso de que se pretenda construir una nave para pistas de tenis de tipo económico, queda como alternativa la cubrición parcial de las instalaciones, lo que implica, sin embargo, una utilización más limitada. Las posibilidades de utilización son las siguientes:

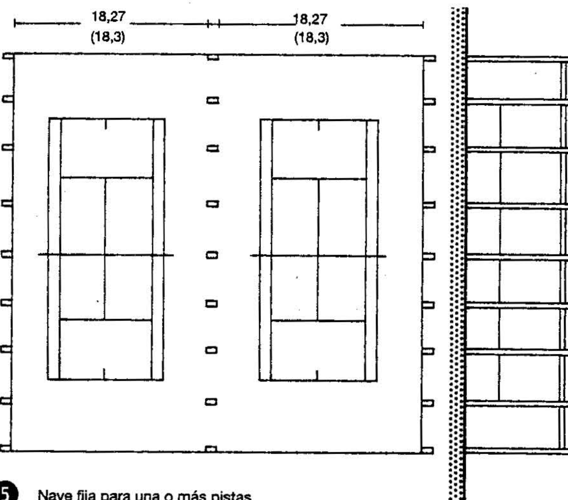
1) en las dos pistas, torneos de partidos individuales
2) en una pista, torneos de partidos dobles
3) en las dos pistas, partidos de entrenamiento de individuales, o bien 1 individual y 1 doble (para instalación de ocio).

$$\text{Dimensiones mínimas para una nave:} = \frac{\text{Te H 2}}{\text{1 E. + 1 Do.}} = 32{,}4 \times 36{,}6 \text{ m}$$

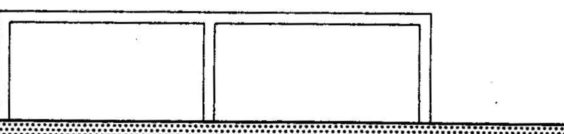
Tabla de medidas y alternativas de utilización de las naves:

Tipo de nave	Pistas	E	D	Ancho	Long.	Utilización T*	Utilización no T*
1	1	1	1	18,3	36,6	I/D	-
2	2	2	2	36,6	36,6	2 I/2 D	
2 Dimens. mín.	2	2	2	33,9	36,6	2 I/1 I/1 D	2 D o 2 I
3	3	3	3	54,9	36,6	3 I/3 D	-
3 Dimens. mín.	3	3	3	49,5	36,6	3 I/2 D	3 D o 3 I
2a	2	1	1	33,9	36,6	1 I/1 D	-
2a Dimens. mín.	2	1	1	32,4	36,6	1 I/1 D	-

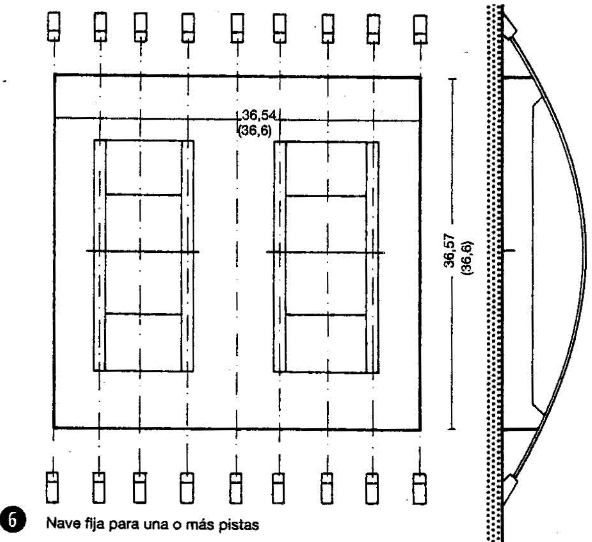
* = para torneos; I = partido individual; D = partido dobles



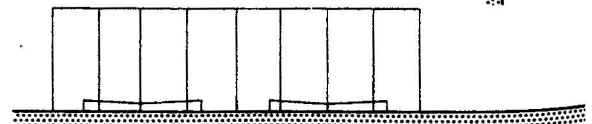
❺ Nave fija para una o más pistas



Sección transversal → ❺



❻ Nave fija para una o más pistas



Sección transversal → ❻

Información: Federación Alemana de Minigolf, Halstenbeck

Las instalaciones para practicar minigolf se componen de 18 pistas delimitadas (excepto las pistas previstas para golpes largos), deben estar numeradas y cumplir las normas correspondientes.
Una pista acondicionada para torneos debe disponer de los siguientes elementos:

- el campo de juego,
- los límites de las pistas (normalmente laterales macizos),
- las marcas para los golpes de salida,
- uno o varios obstáculos (optativos),
- línea límite (optativa),
- marca de segunda salida (optativa),
- la meta.

Existen además otros elementos y/o marcas que se utilizan según el tipo de pista.
La anchura mínima de las pistas es de 80 cm y la longitud mínima de 5,5 m. Las pistas de superficie horizontal deben comprobarse con un nivel de agua de 90 cm de longitud. Si no dispone de bordillos delimitadores, deberá limitarse con otro tipo de marcas (excepto las pistas de golpes largos). Hay que tener en cuenta la importancia de la correcta colocación de los bordillos y el material para los mismos, puesto que sirven como elementos auxiliares para el juego. Cada pista debe disponer de una marca para el golpe de salida, según las normas de la instalación o de un determinado sistema de pistas. Los obstáculos serán fáciles de montar y de formas simples. El montaje de los obstáculos sobre las pistas será fijo y se dispondrán según los diseños normalizados. La posición de los obstáculos móviles debe estar claramente señalizada.

1 Elementos existentes en todas las pistas

2 Pirámides

3 Saltos (con ángulos de bloqueo)

4 Círculo inclinado con forma de riñón

5 Pista ondulada

6 Nudo horizontal

7 Puente

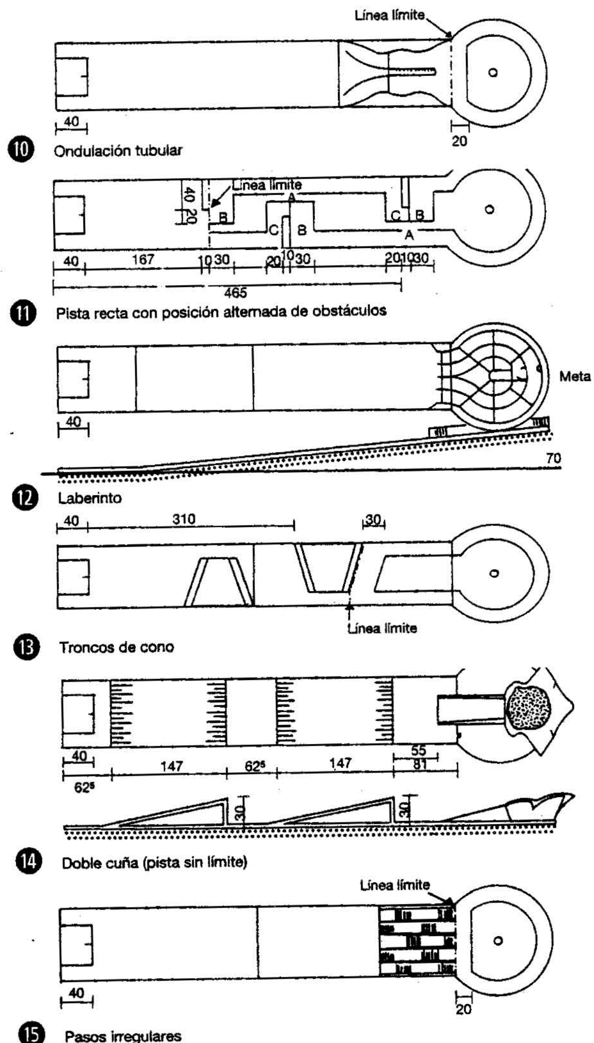
Solo se puede jugar desde la marca del golpe de salida

Planta → 8

8 Trampolín

La marca de la línea límite debe coincidir con la línea de reposo que define el extremo de la plancha de la báscula sobre la pista

9 Báscula con estribos



10 Ondulación tubular

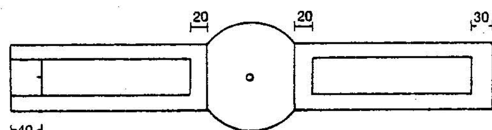
11 Pista recta con posición alternada de obstáculos

12 Laberinto

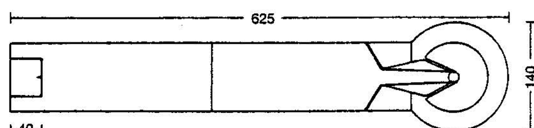
13 Troncos de cono

14 Doble cuña (pista sin límite)

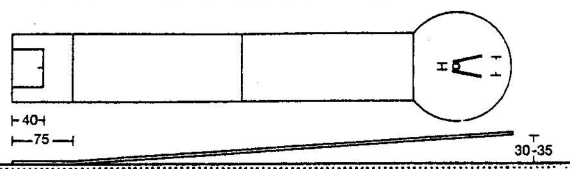
15 Pasos irregulares



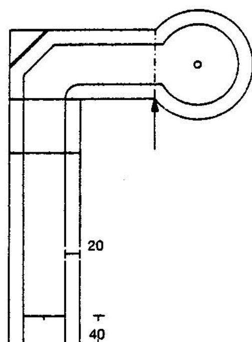
16 Círculo central. Pista sin línea límite



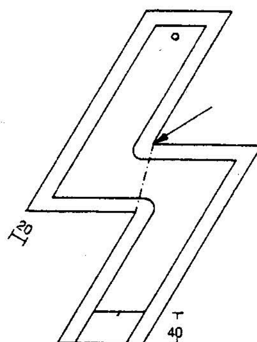
17 Volcán. Pista sin línea límite.
Solo practicable desde la marca del golpe de salida



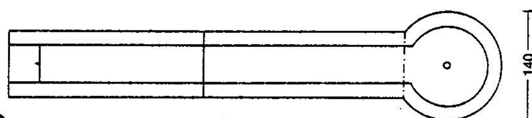
18 Pista con rampa y obstáculo en V. Sin línea límite.
Solo practicable desde la marca del golpe de salida



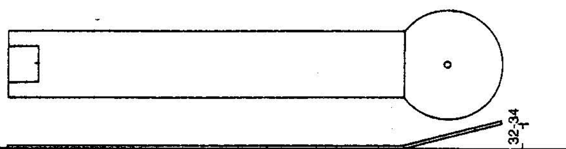
19 Ángulo recto



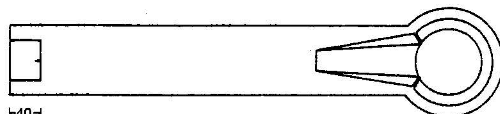
20 Rayo



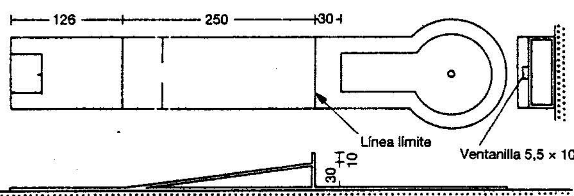
21 Pista recta sin obstáculos



22 Pista con círculo inclinado y sin obstáculos. Pista sin línea límite.
Solo practicable desde la marca del golpe de salida



23 Platea circular. Pista sin línea límite.
Solo practicable desde la marca del golpe de salida



24 Cuña de subida con ventanilla central de paso

Los obstáculos de las diferentes pistas de una misma instalación tienen que ser distintos, no solo en cuanto a forma, sino también en la técnica de juego que se necesita emplear para superarlo. Las pistas y sus correspondientes obstáculos deben ofrecer un juego variado.

La línea límite marca el final de los primeros obstáculos. Dicha marca se utiliza también en las pistas que no disponen de obstáculos e indica hasta qué punto debe llegar la pelota desde el golpe de salida para poder continuar el juego de la pista.

En caso de que el primer obstáculo ocupase toda la anchura de la pista, la línea límite coincidirá con el final de éste.

Las pistas practicables solo desde el golpe de salida no disponen de línea límite.

Las líneas límite deben disponerse de manera que la marca de la línea para el golpe de salida coincida con el final del obstáculo. Marcas de segunda salida: deben estar marcados los puntos o zonas a las que se permite trasladar la pelota. La marca indica hacia dónde está permitido dirigir la pelota.

La meta de cualquier pista se debe poder alcanzar con tan solo una jugada desde la marca del golpe de salida. Si la meta es un hoyo, éste no sobrepasará el diámetro de 120 mm.

Para los hoyos de los sistemas Minigolf, Cobigolf y Sterngolf, se considera como límite un diámetro de 100 mm.

Todas las pistas deben tener las marcas necesarias para permitir un uso correcto de las instalaciones. Para el juego se utilizan pelotas y palos de golf o similares.

La superficie del palo para golpear la pelota no debe pasar de 40 cm².

Se admite cualquier pelota de minigolf o de golf homologada (en cuanto a forma, tamaño y material), siempre que su diámetro sea ≥ 37 mm y ≤ 43 mm.

Las pelotas de madera, metal, cristal, fibra de vidrio, marfil o material similar, así como las balas de billar, no están homologadas como pelotas de minigolf.

Las dimensiones normalizadas para las pistas de minigolf son las siguientes: longitud de una pista: 6,25 m, anchura de una pista: 0,9 m, diámetro del círculo de meta: 1,4 m → pág. 341 1.

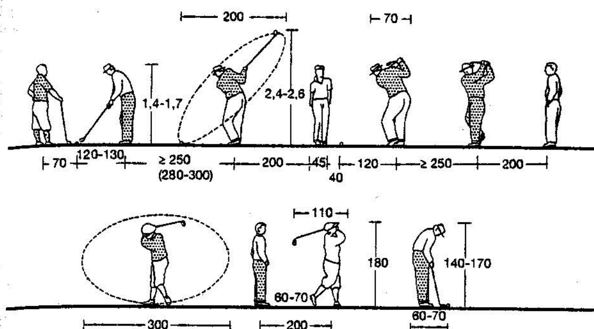
Minigolf:
Desarrollado por el suizo Bogni a principios de la década de 1950. Sistema que se compone de 17 pistas de hormigón (12 m de longitud) y una pista de golpe largo (de unos 25 m de longitud). Las pistas de hormigón se enmarcan con tubos de acero. Los obstáculos son de piedra natural.

Cobigolf:
Uno de los sistemas de pistas de mayor dificultad, que se caracteriza por un elemento propio, los llamados "portales", colocados ante los obstáculos. La instalación se compone de 18 pistas. Para este sistema existen pistas de tamaño grande (de 12 a 14 m de longitud) y de tamaño pequeño (de 6 a 7 m de longitud).

Sterngolf:
Una instalación de *Sterngolf* se compone de 18 pistas de hormigón. 17 de estas disponen de una zona de meta semicircular, mientras que la zona de meta de la última pista es de forma estrellada. De ahí el nombre del sistema. Las pistas tienen una longitud de 8 m, una anchura de 1 m y el diámetro del círculo de meta es de 2 m.

Las pistas se limitan con tubos. La marca del golpe de salida consiste en un círculo de 30 cm de diámetro. El diámetro del hoyo de meta es de 10 cm.

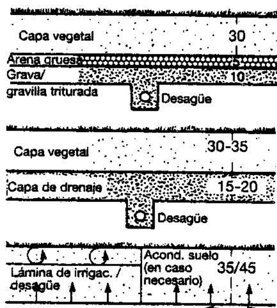
Los obstáculos de todos los sistemas de minigolf están normalizados, escogidos y construidos desde el punto de vista de la técnica de juego. Por este motivo, el diseño de las pistas ofrece la posibilidad de llegar a la meta con tan solo un golpe, objetivo al que debe aspirar el jugador. Es posible superar todas las pistas con solo una jugada (18 puntos).



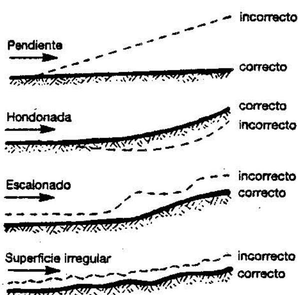
❶ Espacio necesario para jugar al golf



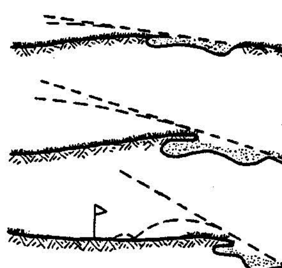
❷ Bolsa de palos de golf



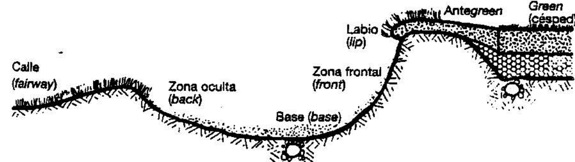
❸ Sistemas constructivos de campos de golf



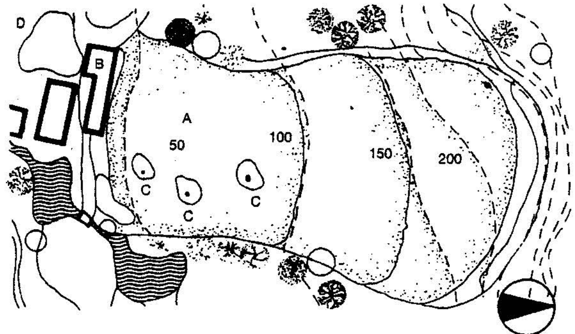
❹ Diferentes perfiles de un *green*



❺ Diseño de búnkers: la profundidad y la forma dependen de la distancia al *green*. A menor distancia, mayor debe ser la pendiente de la zona frontal (*face*) del búnker



❻ Sección de un búnker vegetal



A Plataforma de salida de la zona de prácticas
B Edificio de salida
C *Pitchingreen*
D Aparcamiento

❼ Equipamiento básico de una instalación de prácticas → ❾

Información: Federación Alemana de Golf, Wiesbaden. Instituto Federal Alemán para el Deporte, Bonn

Los campos de prácticas → ❼ sirven tanto para entrenarse como para empezar a tomar contacto con este tipo de deporte. Un centro de golf como oferta deportiva independiente puede instalarse, por ejemplo, en un terreno de no más de 10 ha. Este tipo de instalación debería disponer de un campo de golf con 9 hoyos (par 3) y además una plataforma de salida, una calle y un *green* como hoyo de prácticas → ❾. Se distingue entre hoyos con las siguientes longitudes y el correspondiente par:

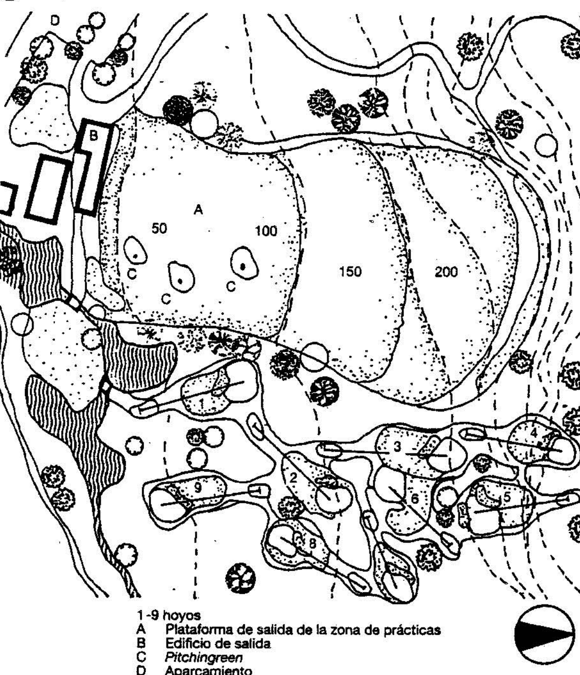
Las longitudes estándar para campos de golf oscilan entre el estándar 60, con una longitud normalizada de 3.749 m y el estándar 74, con una longitud normalizada de 6.492 m.

Elementos de un campo de golf:

al comienzo del hoyo se encuentra la plataforma de salida, cuya superficie es variable, aunque debería tener unos 200 m² y ser suficientemente ancha. Las calles tienen una anchura de 30-50 m y una longitud de 100 m a más de 500 m. Al final de la pista se encuentra el *green* con una superficie mínima de 400 m², aunque generalmente ocupa 500-600 m². Las zonas de *antegreen* no son habituales en todas partes. Su anchura mínima es de 2,5 m. Las calles deben tener como límites laterales zonas o franjas de vegetación agreste con setos de diferentes alturas repartidos de forma natural por todo el campo. Los llamados búnkers son los obstáculos artificiales más utilizados; sin embargo, presentan la desventaja de que no se integran en el paisaje natural y muestran una imagen ajena a él.

Par	Longitud de los hoyos	
	para hombres	para mujeres
3	hasta 228 m	hasta 201 m
4	229-434 m	202 -382 m
5	desde 435 m	desde 383 m

❽ Hoyos



1-9 hoyos
A Plataforma de salida de la zona de prácticas
B Edificio de salida
C *Pitchingreen*
D Aparcamiento

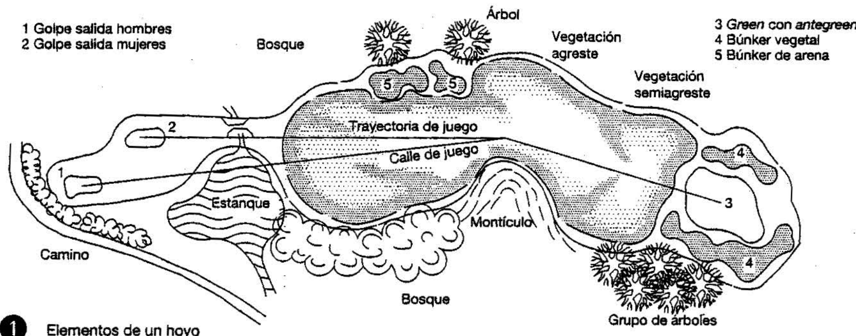
❾ Ampliación de un campo de prácticas

INSTALACIONES DEPORTIVAS

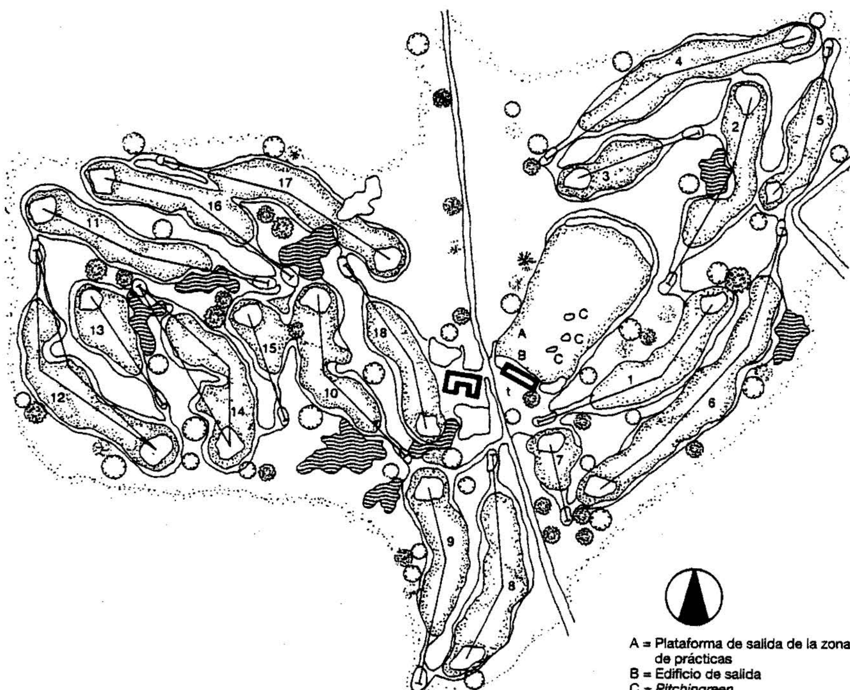
CAMPOS DE GOLF

Por lo general, los campos de golf no constituyen una instalación deportiva normalizada y estandarizada. En la actualidad, prácticamente solo es posible escoger emplazamientos en zonas rurales o forestales. Los proyectos de campos de golf deben estar bajo el control y la dirección de un experto en el tema, es decir, que posea conocimientos de proyectos rurales, normas de juego, ecología rural, topografía, tecnología agrónoma y agronomía general. Antes de iniciar el proyecto se deben analizar sus posibilidades: que el número de habitantes de la zona circundante a una distancia de unos 30 min, el trayecto en automóvil sea una cifra adecuada para un campo de golf de nueve hoyos (aprox. 100.000 habitantes), que se pueda conseguir un número aceptable de socios (unos 300), etc. Un elemento importante de los campos de golf son las instalaciones para práctica. Se diferencian entre plataforma de salida, *green* de entrenamiento y *green* de aproximación → pág. 343 ❼.

La superficie de la plataforma de salida debe ser lo más plana posible y disponer de una anchura mínima de 80 m, para que puedan realizarse prácticas en grupos de unos 15 jugadores y estos puedan efectuar el golpe de salida en el mismo instante. Esta plataforma debe tener una longitud de 200 m, mejor 225 m, y estar dispuesta de manera que no irrumpa en el juego de otras pistas cercanas. Su emplazamiento ideal es junto al edificio del club. La zona de *green* debe tener una superficie mínima de 300 m² y estar diseñada como una entidad propia. Los obstáculos de arena para golpes de ensayo deben tener una superficie mínima de 200 m² y varios desniveles. La superficie para el proyecto de un campo de golf debe corresponder al terreno necesario para la instalación de 18 hoyos (siendo el 18 el hoyo final), aunque el número de hoyos previstos en un principio sea inferior a 18. Esto significa que la superficie del campo deberá situarse en unas 55-60 ha. Para que en un campo de golf de 18 hoyos se puedan realizar cómodamente recorridos de nueve hoyos, el esquema de organización de los mismos deberá cumplir con las siguientes condiciones: que la plataforma de salida de la pista 1, el *green* del hoyo 9, la plataforma de salida del hoyo 10 y el *green* del hoyo 18 estén lo más cerca posible del edificio del club → ❷.

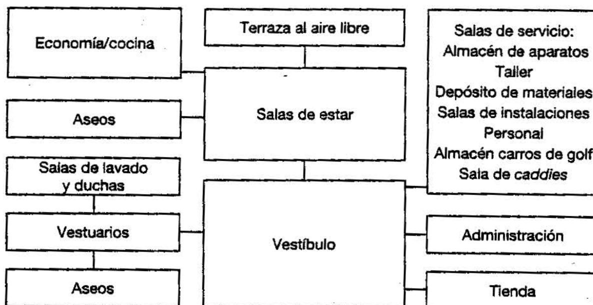


❶ Elementos de un hoyo

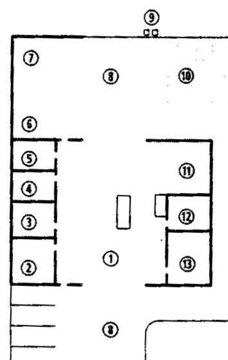


A = Plataforma de salida de la zona de prácticas
B = Edificio de salida
C = *Pitchingreen*
D = Aparcamiento
1-18 hoyos

❷ Ejemplo de campo de golf de 18 hoyos



❸ Programa funcional para el local del club de golf



① Taller con plataforma elevadora de trabajo o foso
② Oficina
③ Sala de estar
④ Aseos
⑤ Vestuarios
⑥ Nave de maquinaria
⑦ Almacén de materiales
⑧ Superficie de patio pavimentada
⑨ Gasolinera
⑩ Lavado con separador de aceite
⑪ Almacén para máquinas pequeñas
⑫ Repuestos y herramientas
⑬ Almacén de abono y semillas

❹ Ejemplo de funcionamiento de un edificio de mantenimiento

DEPORTES ACUÁTICOS, PUERTOS DEPORTIVOS

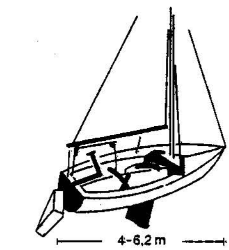
Información: Deutsche Marina Consult. DMC Hannover

Embarcaciones de regatas y tipos:
Las competiciones deportivas solo pueden realizarse cuando todos los participantes emplean los mismos aparatos. Por ello, las embarcaciones para regatas de vela están normalizadas. Las categorías nacionales son reconocidas en las federaciones de vela de un país, las internacionales por la federación mundial, con sede en Londres. Esta determina las modalidades olímpicas. Una vez concluidos los juegos, la federación mundial vuelve a fijar nuevas modalidades. La profundidad exigida en los puertos y aguas navegables depende del tipo de embarcación. Por lo general, basta con una profundidad de 1.250 mm para veleros y barcos con orza levadiza, y entre 4.000 y 5.000 mm para barcos con quilla. Las aguas de nivel constante son muy adecuadas para construir puertos y muy seguras para los barcos.

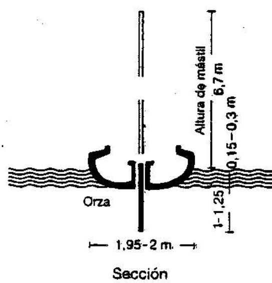
Clases de veleros Tipo (tripulación) (1-3) personas	Tipo unitario (E) o tipo de const. (K)	Dimens. eslora/ manga m	Calado m	Superficie de vela 3 (spinaker) m²	Distintivo de clase en la vela mayor
Clase olímpica:					
Finn-Dinghi¹ (1)					
Finn	E	4,5/1,51	0,85	10	Dos líneas azules onduladas superp.
Flying Dutchman¹⁾ (2)	E	6,05/1,8	1,1	15 (S)	Letras negras FD
Star (2)	E	6,9/1,7	1	26	Estrella roja de 5 puntas
Tempest	E	6,69/2	1,13	22,93 (s)	Letra negra T
Dragón¹⁾ (3)	E	8,9/1,9	1,2	22(s)	Letra negra D
Soling¹⁾ (3)	E	8,15/1,9	1,3	24,3 (s)	Letra negra Ω (Omega)
Tornado¹⁾ (2)	E	6,25/3,05	0,8	22,5 (s)	Letra negra T subrayada con dos líneas paralelas
470¹⁾ (2)	E	4,7/1,58	1,05	10,66 (s)	Número negro 470
Yates 5,50 m	K	9,5/1,95	1,35	28,8	Número negro 5,5
Otras clases internacionales:					
Pirata (2)	E	5/1,62	0,85 +	10 (s)	Hacha roja
Optimist (1)					
Infantiles y juveniles	E	2,3/1,13	0,77 +	3,33	Letra negra O
Cadete (2)	E	3,32/1,27	0,74 +	5,1 (s)	Letra negra G
Velero OK (1)	E	4/1,42	0,95	8,5	Letras azules O y K
Velero olímpico (2)	E	5/1,66	1,06 +	10	Anillo rojo
Velero 420 (2)	E	4,2/1,5	0,95 +	10 (s)	Número negro 420 (oblicuo)
Algunas clases nacionales:					
Velero de recreo 15 m²- o bien velero H (2)	K	6,2/1,7	-	15 (s)	Letra negra H
Crucero 15 m² (2)	K	6,5/1,85	-	15 (s)	Letra negra P
Crucero 20 m²	K	7,75/2,15	-	20 (s)	Letra negra R

¹⁾ Clases olímpicas

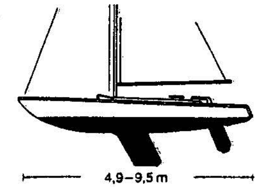
8 Tipos de veleros (extracto)



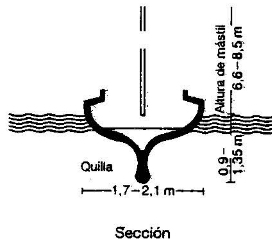
1 Velero



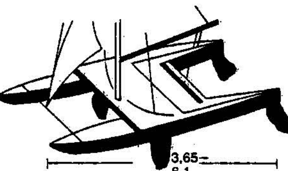
Sección



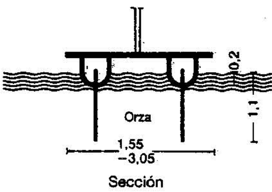
2 Embarcación con quilla (abierta)



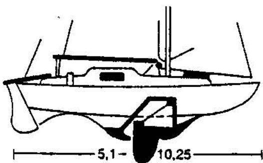
Sección



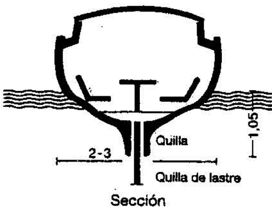
3 Catamarán (abierto)



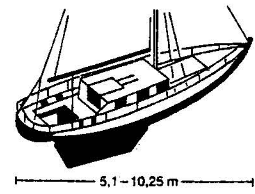
Sección



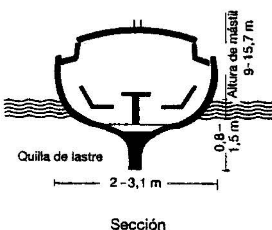
4 Crucero con quilla y orza levadiza



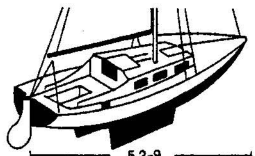
Sección



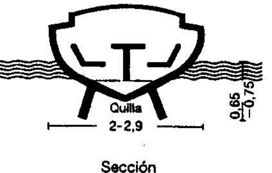
5 Crucero con quilla



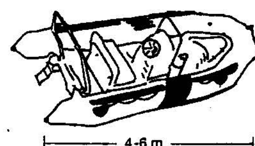
Sección



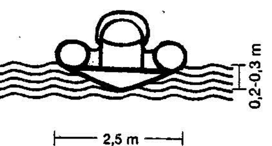
6 Crucero con doble quilla



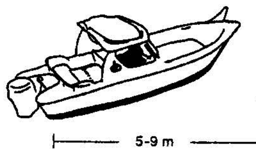
Sección



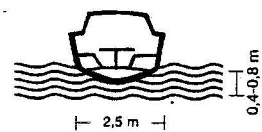
7 Lancha neumática



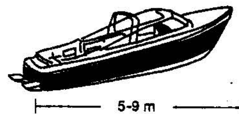
Sección de lancha neumática



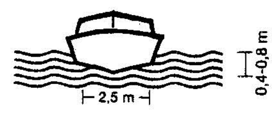
9 Lancha motora



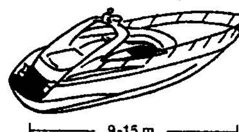
Sección de lancha motora



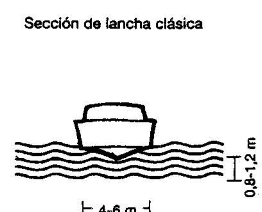
10 Lancha clásica



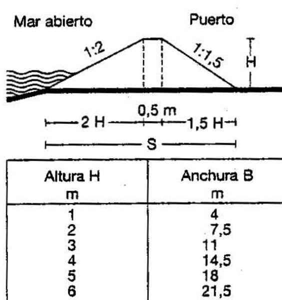
Sección de lancha clásica



11 Yate a motor

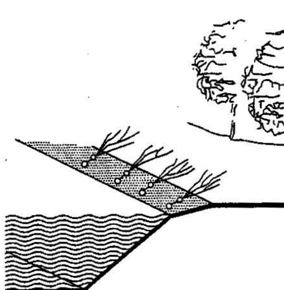


Sección de yate a motor

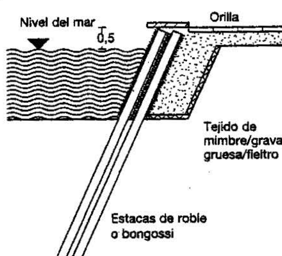


Altura H m	Anchura B m
1	4
2	7,5
3	11
4	14,5
5	18
6	21,5

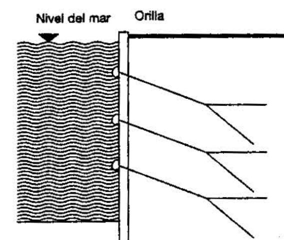
❶ Sección transversal de un dique



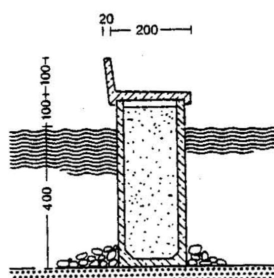
❷ Cañaveral con al menos 2 nudos de vegetación



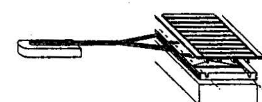
❸ Estacas de madera



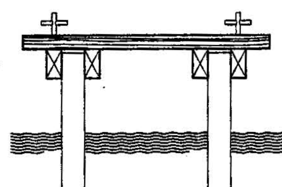
❹ Tablestacado de acero



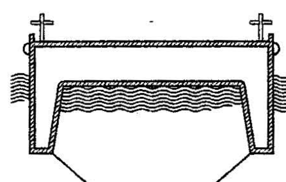
❺ Cajón sumergible de piezas prefabricadas de hormigón armado relleno de arena



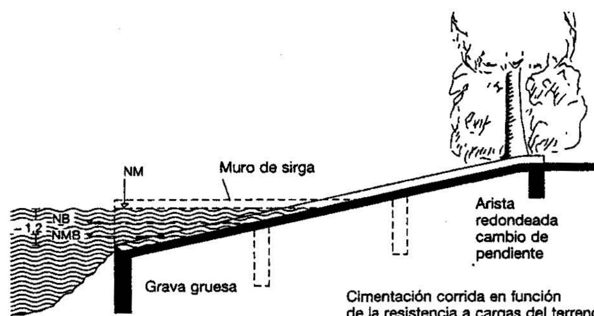
❻ Sección de un muelle flotante Estabilidad en los bordes P mín. 2,5 kN



❼ Muelle fijo con tablestacas de madera o de hormigón



❽ Muelle flotante de hormigón, también utilizado como rompeolas



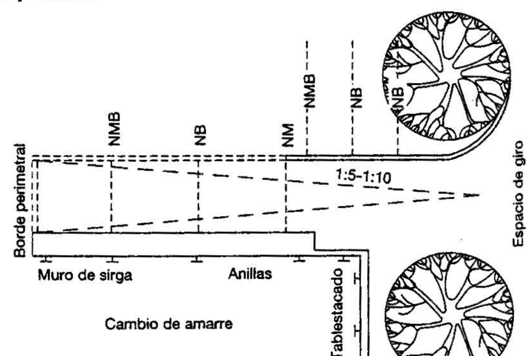
❾ Sección transversal de la rampa de un varadero

Construcción marítima

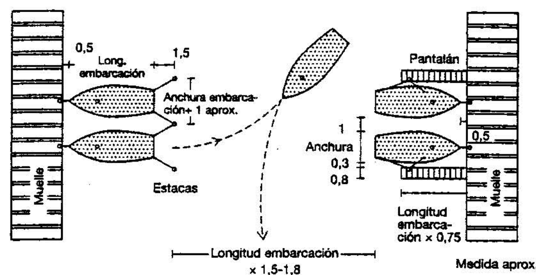
En la construcción de puertos deportivos son importantes las estructuras de protección contra oleaje, estelas y el mar de fondo.
Los **muelles** se construyen con tablestacas o piezas de escollera → ❷–❹. Los cajones hundidos de hormigón solo pueden tenerse en cuenta en aguas poco profundas → ❺. También son posibles los muelles flotantes construidos con pontones de hormigón → ❽, que deben ser transitables para poder otear.
Los **tablestacados** aseguran una contención firme de la orilla con el empleo de muy poca superficie. Estos muros se componen fundamentalmente de perfiles de acero laminado unidos mediante pasadores, pero también pueden estar construidos con madera o plástico. Los tablestacados son prácticamente impermeables al agua y permiten salvar grandes luces gracias al gran momento de resistencia de las pesadas tablestacas. Las embarcaciones deportivas que amarren junto a un tablestacado deben protegerse con cojines frente a posibles lesiones mecánicas. Además, la visión de estos muros oxidados en los puertos deportivos no resulta adecuada → ❹.
Los **postes** o **delfines de amarre** se componen de tubos de acero, en algunos casos rellenos con hormigón, o de madera. La longitud mínima es tres veces la profundidad con relación al lecho marino. En los postes de amarre se amarrarán botes, al igual que instalaciones de muelles.
En agua de mar, los postes de amarre de madera tienen una vida útil media de unos 15 años, y los de acero de unos 35 años. Dado que la vida útil varía notoriamente según el emplazamiento, debe tenerse información previa sobre el lugar.
Los diques consolidan las orillas y se construyen de vertidos de piedra, hormigón o con vegetación. El ángulo del talud depende de la altura, el fondo y la ejecución del dique → ❷+❸.

Varadero y grúas

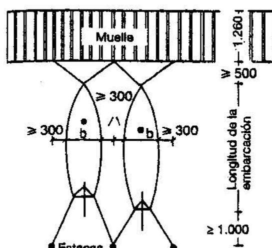
Para las grúas estacionarias en el área técnica o grúa móvil se requiere un suelo firme y la superficie suficiente de circulación para el acceso desde el interior (automóviles con remolque y/o camión de carga según tamaño de bote y grúa). Es necesario consolidar las orillas con tablestacados verticales para botar las embarcaciones al agua.
El ***travelift*** (pórtico automóvil) hace de grúa móvil para el transporte de botes en el puerto deportivo → pág. 347 ❾.
Los varaderos son rampas para botar los botes al agua. Las embarcaciones pequeñas y ligeras pueden botarse manualmente con un carro, mientras que las de mayor tamaño requieren un remolque y la ayuda de un vehículo → ❾ + ❿.
Los **materiales de construcción** y los detalles constructivos están sometidos a mayores solicitaciones bajo el agua, por lo que deben elegirse materiales estables, duraderos y de larga vida útil. La corrosión en el agua es elevada, en especial el agua salada. Deben tenerse en cuenta la estanquidad del edificio al viento y a las salpicaduras de agua, y prever aislamiento de protección térmica en invierno y verano.



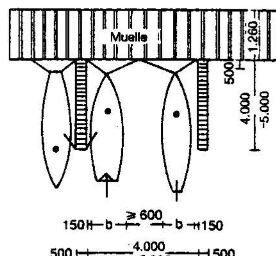
❿ Planta → ❾



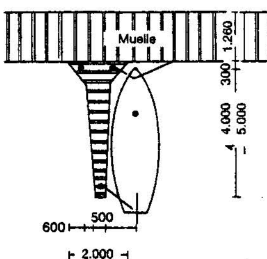
❶ Espacio de maniobra entre dos embarcaderos



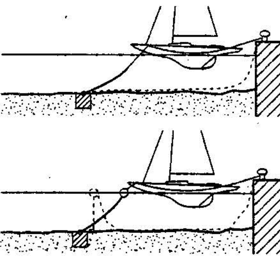
❷ Amarres para embarcaciones entre muelle y estacas



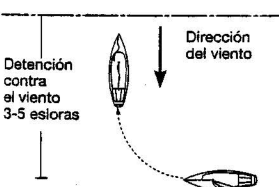
❸ Amarres en diagonal para embarcaciones entre muelle y estacas



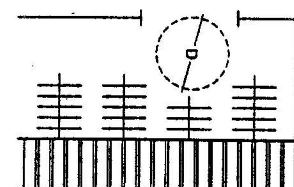
❹ Amarre de embarcaciones en Y entre muelle y pantalán



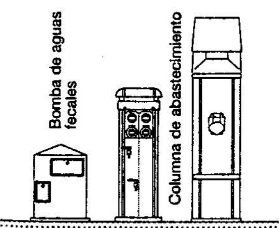
❺ Fondeo con muerto con y sin boya



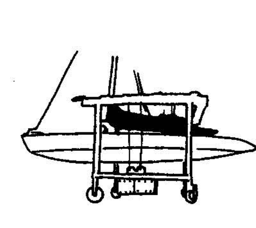
❻ Espacio de maniobras para detenerse con las velas



❼ Forma de puerto rectangular



❽ Extracción de aguas fecales, de la sentina y sucias; abastecimiento de agua y electricidad; conexión televisión por cable e internet



❾ *Travelift* para el transporte en tierra y para botar rápidamente las embarcaciones

INSTALACIONES DEPORTIVAS

DEPORTES ACUÁTICOS, PUERTOS DEPORTIVOS

Planificación de amarres

Los amarres deben orientarse siempre en dirección longitudinal al viento; su tamaño depende del tipo de embarcación. Tipos de amarre de las embarcaciones, de proa o de popa. Las embarcaciones sin motor (puertos de regata) requieren espacio suficiente para maniobrar y detenerlas. Las embarcaciones a vela se paran disminuyendo su velocidad contra del viento y, según el velero, esa distancia es de unas 2-5 esloras → ❻.

Detrás de la entrada se necesita un radio de giro que permita el viraje de la embarcación más grande posible. El radio de giro necesario para asegurar el acceso y para maniobras en caso de tormenta es de unos 35-60 m de diámetro → ❼.

Embarcaderos

La elección del sistema de los embarcaderos depende de las cargas, golpes de embarcación y tiro de amarras.

Los **embarcaderos fijos** sobre pilotes corren riesgos en caso de crecidas o inundaciones → pág. 346 ❼.

Los embarcaderos flotantes modernos fijados en postes de amarre o anclados permiten un amarre seguro y controlado con niveles de agua cambiantes → pág. 346 ❻.

El fondeo permanente (muerto) es usual en aguas del sur → ❺.

La profundidad de las aguas en los amarres debe ser como mínimo 1,8 veces el máximo calado. El equipamiento de los amarres incluye las conexiones con la red eléctrica, agua y desagüe. El equipo para el amarre, como bolardos, cornamusas o aros, debe tener una dimensión adecuada. Las superficies y revestimientos del muelle deben ser antideslizantes, y las barandas deben estar a un lado o por la mitad del muelle. Es necesaria la iluminación del muelle y de los puestos de amarre.

Se dispondrán contenedores de basura en cantidad y tamaño suficiente (con separación de residuos).

Dimensiones de los amarres

Las dimensiones de los amarres dependen de las de los botes del puerto deportivo por lo que debe contar con amarres de diferentes dimensiones (incluso para grandes yates de más de 20 m de eslora), distribuidos según el tamaño. El estacionamiento en los puestos tiene que ser seguro, al igual que las maniobras para acceder a ellos.

Puerto seco

En caso de existir poca superficie de agua a disposición, las embarcaciones pueden guardarse en tierra y ser transportadas al agua mediante un pórtico automóvil o *travelift* en máx. 30 min. El puerto seco está equipado con muelles y puestos de amarre en tierra, de modo que también es posible la utilización de las embarcaciones en tierra (conexiones de electricidad, agua y desagüe). La proporción entre tierra y agua de un puerto seco es de aprox. 80:20.

Los costes de inversión alcanzan solo aprox. un 40 % de un puerto deportivo convencional equiparable.

Tipo de embarcación	Dimensiones necesarias de la plaza de amarre m Long. (L)	Anch. (B)	Distan. de seguridad m (S)	Ancho paso necesario m (F)
Finn-Dinghy	4,5	3	3	5
Flying Dutchman	6	3	1	6,5
Star	7	3,5	1,5	7,5
Tempest	6,7	4	2	8
Drachen	9	4	2	9,5
Soling	8,5	4	2	9,5
Tornado	6,5	6	2	7
470er	5,5	3,5	1,5	5

S = distancia de seguridad a respetar delante y detrás de las plazas de amarre

❿ Dimensiones de los amarres en tierra para las distintas clases olímpicas de veleros

Costa/mar abierto
ha
1.000
900
800
700
300
200
100
50

Lagos muy grandes 1.000 ha aprox.
Lagos grandes 350 ha aprox.
Embalses grandes 80 ha aprox.
Embalses pequeños 12 ha aprox.

	Tablas de surf	Tablas de surf	lanchas grandes	yates pequeños	yates medianos	yates grandes
Longitud:	≤ 3,7 m	≤ 4,2 m	≤ 6,5 m	≤ 8 m	12 - 15 m	> 12 m
Profundidad:	0,8 m	1 m	≤ 1,35 m	≤ 1,35 m	≤ 1,8 m	> 2,1 m

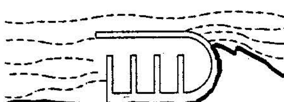

❶ Relación entre el tamaño de la superficie de agua y el tamaño de las embarcaciones

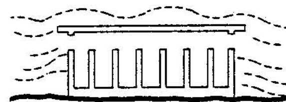
Distribución radial

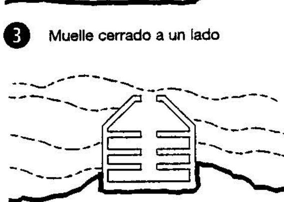
Puerto paralelo a la costa

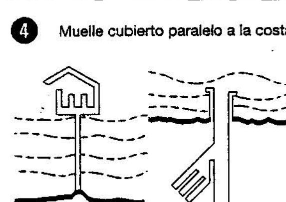
Distribución circular

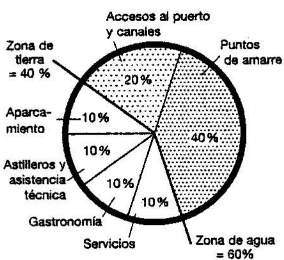

❷ Ordenación de atraques

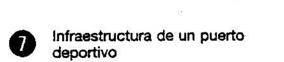

❸ Muelle cerrado a un lado

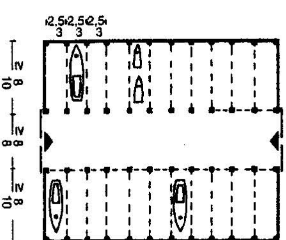

❹ Muelle cubierto paralelo a la costa

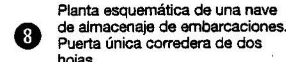

❺ Muelles agrupados

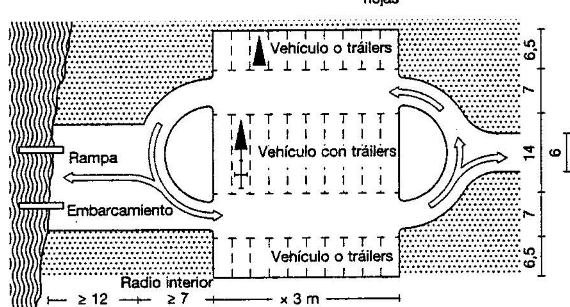

❻ Puerto en isla y en una desembocadura fluvial




❼ Infraestructura de un puerto deportivo




❽ Planta esquemática de una nave de almacenaje de embarcaciones. Puerta única corredera de dos hojas




❾ Planta de estacionamiento en tierra

INSTALACIONES DEPORTIVAS

DEPORTES ACUÁTICOS, PUERTOS DEPORTIVOS

El proyecto para un puerto deportivo requiere un estudio previo de viabilidad y los correspondientes permisos de tierra y marítimos. Los puertos deportivos siempre tienen un fin turístico recreativo. La tendencia es a la especialización en: puertos técnicos, para acontecimientos, de amarre, urbanos, minis, secos, etc. → pág. 349.

Planificación del lugar

La protección de las embarcaciones debe estar asegurada y garantizarse tanto el acceso desde tierra como desde mar. Su emplazamiento debe estar, en lo posible, en ciudades o cerca de atracciones recreativas, urbanas o turísticas, nunca en lugares apartados.

Tamaño y capacidad de los puertos deportivos

Disponibilidad de una superficie de agua mínima que dependerá del tipo de embarcación deportiva. Evitar conflictos deportivos y ecológicos, así como un tráfico excesivo en la superficie de agua. Por término medio solo deben navegar al mismo tiempo un 33 % de los botes amarrados. Considerar el coeficiente de simultaneidad (relación entre el número de embarcaciones con licencia y el promedio de embarcaciones que navegan), la superficie de maniobra de cada tipo de embarcación y una separación suficiente de unas respecto a otras.

Organización de zonas

Zona de puestos de amarre: bomba de aguas fecales, salvavidas, columnas de abastecimiento con electricidad y agua, retiro de residuos (segura, atractiva y funcional) → pág. 347. **Zona técnica:** varadero para embarcaciones, grúa, taller, servicio de motores, área de reparaciones (tener en cuenta inmisiones y emisiones). Zona gastronómica: terraza orientada hacia el agua. Zona de servicios: capitanía, duchas, aseos, información (fácil de encontrar). Aparcamientos: seguros y de tránsito fácil para vehículos particulares y de carga → ❾.

Tipos de muelle

Puerto rectangular → ❸: fundamentalmente empleado en puertos deportivos de capacidad mediana (100-400 puntos de amarre), muelle principal paralelo a la costa. El muelle está cerrado en un lado. La orientación con respecto a los vientos dominantes y a las olas debe ser apropiada.

Muelle abierto paralelo al litoral → ❹: no transitable, ofrece una protección relativa, pues el puerto se encuentra abierto en dos de sus lados. Solo es apropiado para márgenes donde no se precisen grandes medidas de protección ni se produzcan sedimentaciones. Utilizable en aguas continentales interiores si las circunstancias lo permiten. Reflexión de las olas desde la orilla a través del puerto contra la cara interior del muelle.

Muelles agrupados → ❺: dos malecones que nacen en la orilla y forman un embudo en la entrada del puerto. Muy costoso desde el punto de vista constructivo, técnico y económico. Tan solo indicado en lugares con condiciones naturales preexistentes. Modelo ideal para un puerto deportivo marítimo.

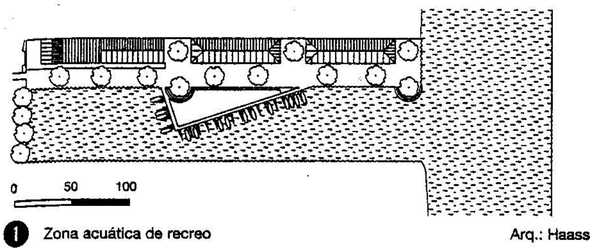
Puerto en forma de isla → ❻: para márgenes sensibles, con aguas poco profundas o problemas de espacio. Según el lugar, la isla se construye sobre cimentación o pontones.

Almacenamiento en seco de barcos

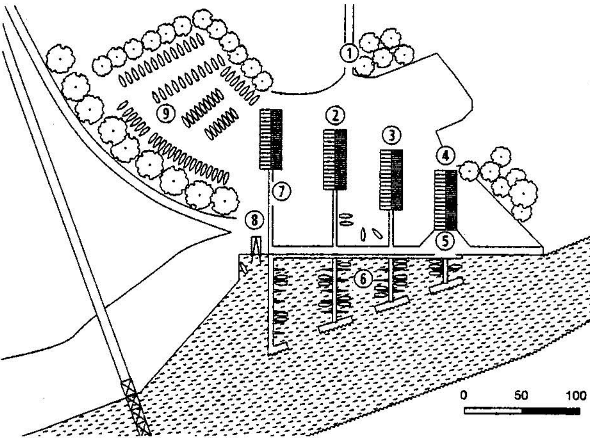
Durante el invierno, las embarcaciones grandes se guardan en naves o se aparcan al aire libre. Es necesario un almacenamiento seguro contra tormentas y estable sobre escoras y picaderos. Debe ponerse especial atención a la distancia de seguridad entre embarcaciones → ❽.

Las superficies libres y las circulaciones en los puertos deportivos deben poder soportar el transporte y el almacenamiento de embarcaciones. El aparcamiento para tráileres en conexión con el aparcamiento debería poderse cerrar.

Las superficies de giro para remolques bajo grúas y ante varaderos deben dimensionarse lo suficientemente grandes (Ø mín. 18 m) y ejecutarse lo suficientemente resistentes (mín. 6 t carga axial). En grandes puertos deportivos, estas superficies deben hormigonarse o asfaltarse → ❾.

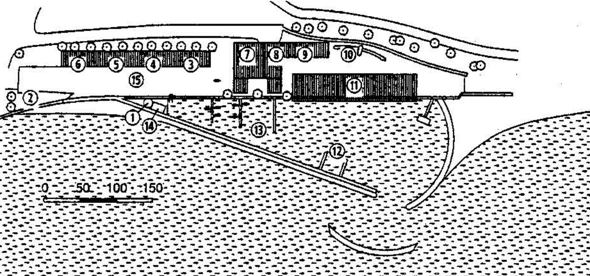


❶ Zona acuática de recreo — Arq.: Haass



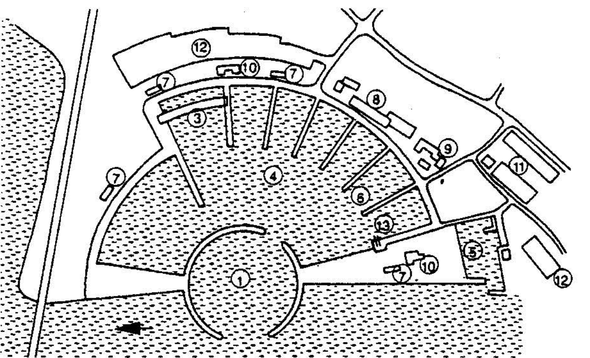
① Acceso
② Recepción
③ Área de chárter
④ Prensa
⑤ Gastronomía
⑥ Amarres
⑦ Servicio de botes, taller
⑧ Varadero, grúa, *travelift*
⑨ Puestos de guardería en seco

❷ Puerto seco fluvial — Arq.: Haass



① Llama olímpica
② Helipuerto
③ Oficina competición
④ Sala VIP
⑤ Aseos de equipos
⑥ Prensa
⑦ Informac. y comunicaciones
⑧ Edificio de aparcamiento
⑨ Taller mediciones
⑩ Estación de meteorología y centro médico
⑪ Puestos guardería en seco
⑫ Amarre de demanda
⑬ Amarres de fondeo
⑭ Nave para surf
⑮ Zona mixta

❸ Puerto olímpico de veleros, Travemünde — Arq.: Haass



① Bocana del puerto
② Rampa para veleros
③ Embarcaciones
④ Puerto nuevo
⑤ Puerto viejo
⑥ Pantalanes
⑦ Aseos
⑧ Hotel y restaurante
⑨ Centro comercial
⑩ Quiosco
⑪ Presa
⑫ Almacén de invierno para embarcaciones
⑬ *Travelift*

❹ Ejemplo de un puerto de yates

Tipos de puerto deportivo

De día: flotante, únicamente para amarres diurnos de embarcaciones cerca de la costa.

Urbano/mini/zona acuática de recreo: → ❶ Ubicación en un punto atractivo de la ciudad; únicamente para pernoctación de turistas náuticos; servicios mínimos.

Para acontecimientos: ubicación urbana, utilizable exclusivamente para la visita de acontecimientos mediante embarcaciones turísticas; temporal y con servicios mínimos.

De regata y olímpico: → ❸ llama olímpica, helipuerto, taller/sala de mediciones, estación meteorológica, primeros auxilios y control de dopaje, oficinas de la organización y competición, servicios de seguridad, sala VIP, lugares de trabajo para la prensa, grúas, área de lavado, amarres en el agua: Star e Yngling. Amarres a tierra: clase 49, Laser, clase 470, Finn, Europ Star e Yngling (todos incluyen aparcamiento para contenedores), nave para surf, embarcadero para lanzaderas, vestidores/aseos/baterías de aseos para los equipos, centro de información y comunicación (para conferencias de equipo, federación oficial, transmisión de competiciones para los miembros en activa, cafetería). Aparcamientos, embarcadero para lanchas de entrenamiento, amarres de demanda, zona mixta.

De atraque: a ser posible, ubicación en la periferia de la ciudad; exclusivamente para el amarre de embarcaciones sin ningún otro servicio. Económico para clubes y asociaciones.

Turístico: capitanía de puerto, oficina, amarres, aseos, tiendas, taller, gastronomía.

Clubes náuticos y asociaciones: club náutico, terraza, aparcamiento, acceso de vehículos, puestos de amarre de agua y tierra, reparaciones/taller.

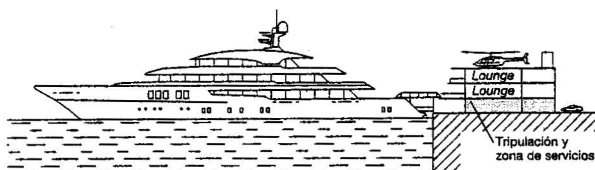
Puerto seco: → ❷ situación en la periferia urbana o en zonas industriales; principalmente puestos de amarre de tierra con un buen funcionamiento del *travellift* para botar embarcaciones. Ofrece servicios, necesidad mínima de superficie de agua.

Técnico: ubicación posible en polígonos industriales; exclusivamente para servicios técnicos como grúas, reparaciones, servicio de invierno, desarme de embarcaciones, carenadura de firme de embarcaciones, etc.

De invierno: ubicación posible en polígonos industriales; exclusivamente para almacenamiento de embarcaciones bajo cubierta en naves o en el exterior durante el invierno. Mantener suficiente distancia entre embarcaciones. En lo posible, disponer de superficies de almacenamiento especiales para materiales de equipamiento y trabajo (peligro de incendio por pinturas y barnices).

Tarea/función	Exigencias	Construcciones
1. Superficies de transporte para tráileres, carros, etc.	– Anchura suficiente – Radio de giro remolques – Suficiente capacidad portante – Desagüe de superficie	– Explanada y lecho resist. a heladas – Desagüe – Capa firme de hormigón, asfalto o similar
2. Superficie en tierra para botes	– Tamaño suficiente – Suficiente capacidad portante – Puntos de anclaje para fundas	– Explanada y lecho resist. a heladas – Firme de tierra morterenca u otro – Puntos de anclaje con cimentación p. ej., aros
3. Viales Recorridos de evacuación	– Tamaño suficiente – Suficiente capacidad portante – Ordenamiento reconocible	– Explanada y lecho resist. a heladas – Desagüe – Pavimentado en adoquín, asfalto, hormigón u otro
4. Aparcamiento	– Anchura de 1,5 a 2,5 m – Separado del tráfico vehicular – Seguro y visible – Desagüe de superficie	– Explanada y lecho resist. a heladas – Firme de tierra morterenca u otro – Líneas de adoquín para ordenamiento de plazas
5. Caminos peatonales y carril bici	– Anchura de 1,5 a 2,5 m – Separado del tráfico vehicular – Seguro y visible – Desagüe de superficie	– Explanada y lecho resistente a heladas – Firme de tierra morterenca o adoquín – Desagüe

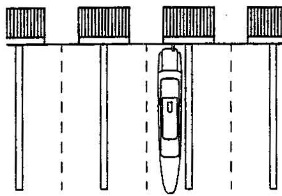
❺ Superficies para viales, funciones y calidades de ejecución



❶ Puerto para superyates, sección con zonificación en el área de tripulación y patrón — Arq.: Haass

Yate	10-21 m	30-80 pies
Superyates pequeños	21-30 m	80-100 pies
Superyates medianos	30-60 m	100-200 pies
Superyates grandes	más de 60 m	más de 200 pies

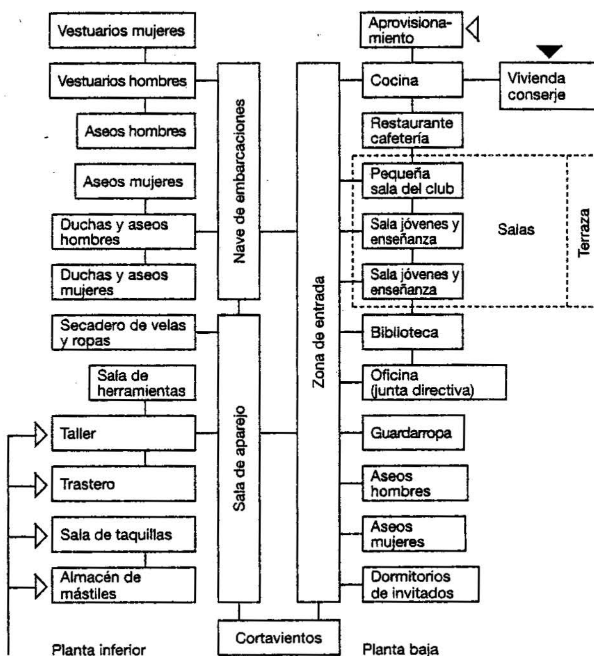
❷ Categorías de superyates según su tamaño



❸ Esquema de funcionamiento de un puerto deportivo para superyates con edificio de servicios y *lounge*

Medio	Conexión a bordo	Capacidad
Electricidad		380 V 36, 65, 125 A manejado por la tripulación
Agua		mín. 50 l/min manejado por la tripulación
Desagüe		Estación de bombas manejado por la tripulación
Combustible		Diesel/petróleo manejado por el personal del puerto

❹ Exigencias y posición habitual de conexiones de abastecimiento de superyates



❺ Esquema funcional de un club

Puertos deportivos para superyates

Un superyate es aquel que tiene más de 21 m (70 pies) de eslora. A partir de una eslora de unos 30 m, estos yates son operados por una tripulación profesional. Estos barcos necesitan una consideración especial en la planificación de un puerto deportivo, ya sea como ampliación de un puerto existente o como uno independiente.
Como emplazamiento solo pueden considerarse lugares con oferta turística de alto nivel, comunicación con un aeropuerto y conexión a una metrópoli. En Europa la región mediterránea es la más adecuada para el negocio de los superyates.
Los superyates tienen una gran demanda de espacio para los amarres → ❶–❸ y un gran consumo de suministros → ❹.
Es necesario un calado de 8-9 m.
El concepto de un puerto para superyates es el de un hotel de 5 estrellas, con un servicio de 24 horas para cuidados técnicos y servicio de recepción personalizado.
La zonificación es similar a la de un hotel de 5 estrellas, con áreas adicionales para la tripulación y el personal de servicio → ❶.
La seguridad del barco y la tripulación debe asegurarse con las instalaciones correspondientes.
Es importante tener un servicio de seguridad las 24 h, videovigilancia y sistemas electrónicos de cierre, así como la iluminación de las áreas más importantes del puerto.

Seguridad en los puertos deportivos

Las instalaciones de seguridad en los puertos deportivos protegen a las embarcaciones, los equipos (electrónica) y las personas contra catástrofes naturales, criminalidad, vandalismo y terrorismo.
Medidas activas:
- Ordenación, supervisión de las zonas de puestos de amarre.
- Sistemas de alarmas en las embarcaciones.
- Seguridad de los amarres, embarcaderos (portones).

Medidas pasivas:
- Videovigilancia de los amarres.
- Iluminación de la marina.
- Servicio de vigilancia, guardias de seguridad.
- Medidas contra averías, plan de seguridad.
- Gestión de seguridad.

Los puertos con acceso público necesitan un área central que pueda cerrarse (capitanía de puerto) y que adicionalmente disponga de vigilancia las 24 h. Marcar con rótulos el perímetro del puerto y decretar reglas aplicables por la policía en un "reglamento del puerto".
Cada puerto necesita un plan de emergencia que asegure la máxima seguridad en caso de necesidad. Se requiere que el personal esté formado y entrenado para casos de emergencia (deben realizar prácticas al menos dos veces al año).

Sostenibilidad

Las tecnologías medioambientales se pueden aplicar en puertos deportivos para disminuir las cargas nocivas, pero también para producir energías alternativas. Geotermia, energía eólica, hidráulica, fotovoltaica, solar (térmica), etc., pueden ser todas ellas aplicadas en puertos deportivos. Un buen puerto deportivo funciona de forma energéticamente autosuficiente.
Un puerto deportivo que respeta el medio ambiente protege el agua y la tierra utilizando materiales de construcción inofensivos (sin contaminación del agua).
El mínimo impacto ambiental se consigue con una concentración de instalaciones y tecnologías portuarias en zonas funcionales, mediante áreas que se puedan desconectar en invierno, zonas energéticas y graduaciones en la intensidad del funcionamiento.
Conexión al transporte público en lugar de servicios de transporte/taxi, horarios de ahorro energético (por ejemplo, 0:00-6:00 h), graduación de precios según consumo energético, etc.

165-170
850
120
35

❶ Embarcaciones de regata, de un remero

1.100-1.350
120
50
60

❷ De 2-4 remeros

1.950
70

❸ De 8 remeros

750/1.250/1.750
120
35
60
70

❹ Canoa ligera de regata de 1-4-8 remeros

650-700/825-850
130
54-60
78-90

❺ Canoa ligera de recreo de 1-2 remeros

170-180
1.050-1.100/1.750
130
78 (C)
100 (A)
85

❻ De 4-8 remeros

850-1.050
135
100/105

❼ Canoa ligera de lago de 2-4 remeros

1.150
130
140
180

❽ Canoa

400-520/400-650
17
14/18
75-80

❾ Canoa canadiense con pagaya

1.100
115
130
117

❿ Canoa canadiense de regata de 8 remeros con timonel

600/700
900
10/15
25/30
90/115

⓫ Canoa canadiense de regata con 6 y 10 remeros con timonel

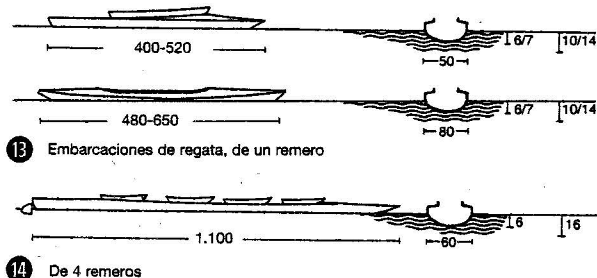
1.249

⓬ Barco dragón de competición según los estándares del IDBF

Información: Federación Alemana de Remo, Hannover
Federación Alemana de Piragüismo, Duisburgo

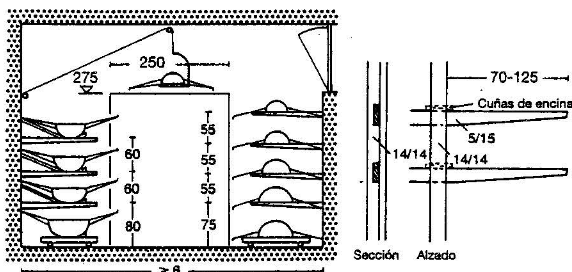
Los botes de remo son, en su mayor parte, botes de equipo propiedad del club. Los kayaks y las canoas canadienses se utilizan especialmente en aguas bravas, sin obstáculos y paisajes naturales.

El edificio de almacenaje de embarcaciones debe tener ventanas o lucernarios dirigidos hacia el norte para evitar la entrada directa del sol. Dimensiones: puertas de ≥ 2,5 × 2,75 m para poder entrar las embarcaciones transportándolas encima de la cabeza; anchura de la nave: ≥ 6 m; longitud de nave: 30 m; altura de la nave, preferentemente 4 m → ⓯. Remos: 3,8 m de longitud; anchura de la pala: 15-18 cm. Los remos deben guardarse cerca de la entrada, en posición horizontal sobre estanterías; o, mejor, en posición vertical, fijados con aros de sujeción y caja rehundida (su profundidad depende de la altura de la nave). Entre el muelle en el agua y el almacén de embarcaciones debe existir, a lo largo de la orilla, una franja de ≥ 20-30 cm, con tomas de agua y plazas de estacionamiento de remolques, para permitir la limpieza y preparación de los botes. Estas instalaciones deberían estar cerca de zonas de bosque o superficies con césped, para ofrecer la posibilidad de acampar. Piscina de entrenamiento para remos cortos → ⓱; para botes de ocho remeros, las dimensiones de la piscina deben ser de 12,6 × 7,6 m. Existen piscinas de entrenamiento simples y dobles (dos lados simétricos; también posible con los dos lados desplazados). Mediante un circuito artificial de agua se simulan corrientes de agua de ríos naturales. Es conveniente combinar este tipo de instalaciones con gimnasios o piscinas que comuniquen directamente con sus vestuarios correspondientes.



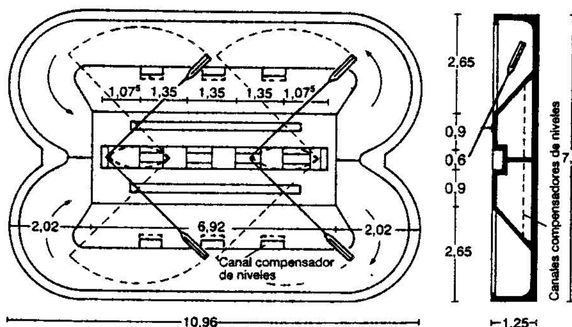
⓭ Embarcaciones de regata, de un remero

⓮ De 4 remeros



⓯ Sección de una nave de almacenaje

⓰ Estanterías para embarcaciones 2-2,5 m



⓱ Piscina de entrenamiento doble

Información: Federación alemana de remo, Hannover
Federación alemana de piragüismo, Duisburgo

Las instalaciones de entrenamiento de regatas para canoas y concursos de eslalon deben cumplir los siguientes requisitos:
1. Instalaciones naturales: en tramos empinados (con una pendiente de 1:100 o superior); canales federales o ríos similares de 10 m^3/s de caudal (regulado por una presa en la parte superior). En aliviaderos de molinos o presas, al menos 8 m de anchura, con o sin obstáculos (construcción de portones) → ❸.
2. Instalaciones artificiales: olímpica: "canal de hielo" en Lech (alrededores de Augsburgo). Longitud: 550 m. Canal de hormigón armado, rocas de hormigón como obstáculos y 6 m desnivel, salto de agua, 32 portales de paso para recorridos de regata y entrenamiento de remo y canotaje ×.
Exigencias para las pistas de regatas y de entrenamiento para remo y piragüismo → ❺.
Exigencias mínimas para los itinerarios de piragüismo turístico → ❼–❿.
La Federación Alemana de Piragüismo fija los criterios para áreas de recreo destinadas al piragüismo turístico y estaciones de canotaje. Véase también pág. 349.

❶ Tramo de regatas de eslalon para canoas

❷ Sección longitudinal → ❶

❸ Sección transversal → ❶

❹ Compuerta deslizante

❺ Dimensiones más frecuentes para embarcaciones de remo y piragüismo

❻ Canal de regatas de Múnich (dimensiones internacionales) para remo y canotaje

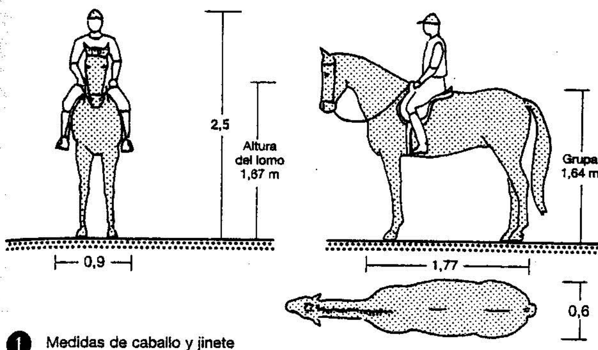
❼ Aguas practicables para embarcaciones de paseo KI mínimo

❽ Para embarcaciones de recreo, normal

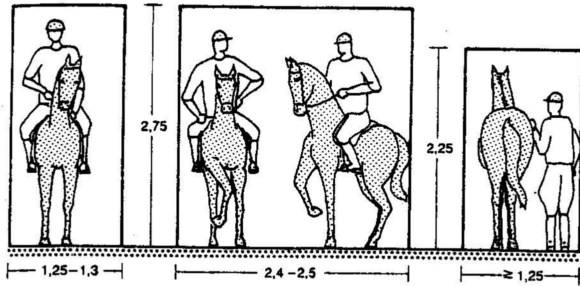
❾ Aguas practicables



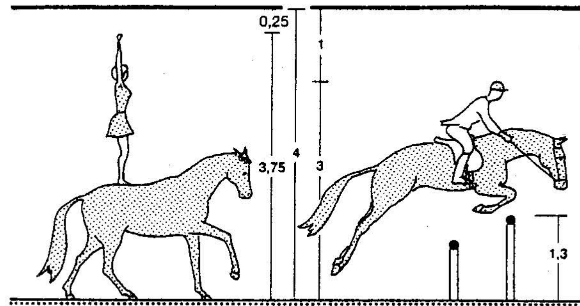
❿ Amarre L ≥ 7 m



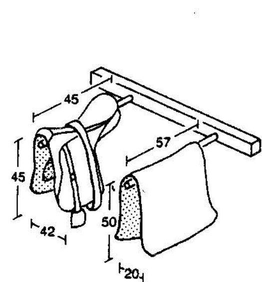
❶ Medidas de caballo y jinete



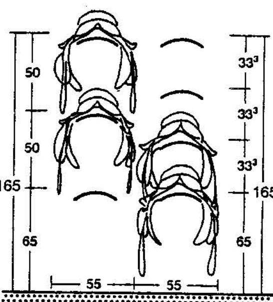
❷ Entrada para caballo ❸ Portal o pasillo de cuadras ❹ Caballo y jinete



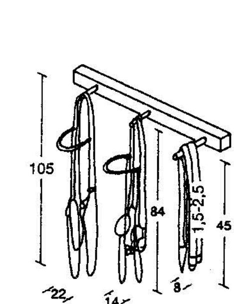
❺ Picadero para volteretas ❻ Pista de salto



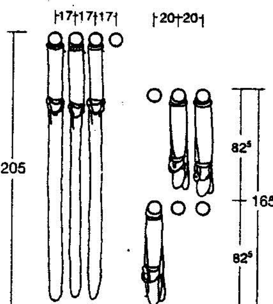
❼ Silla de montar con manta



❽ Pared para colgar sillas de montar



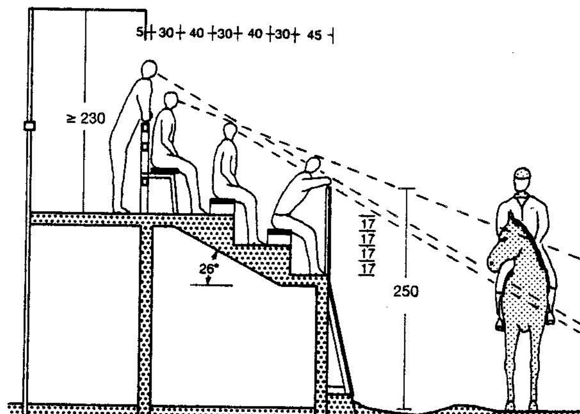
❾ Bridas y brocados



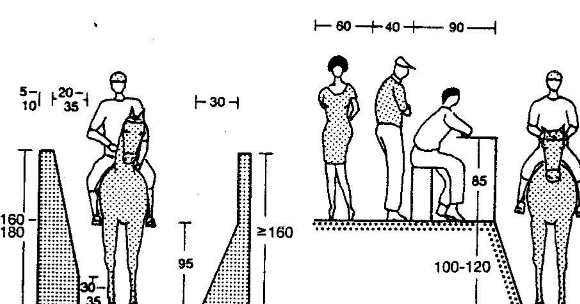
❿ Pared para bridas y brocados

Información: Federación Alemana de Equitación, Warendorf. Instituto Federal Alemán para el Deporte, Bonn

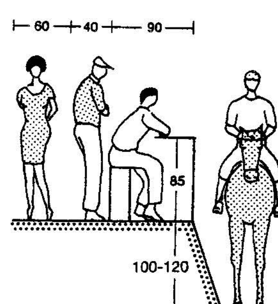
Una hípica debería estar situada lo más cerca posible de una zona apropiada para poder realizar salidas a caballo.
Las zonas con una elevada humedad en el suelo y en el aire, como las vaguadas o lugares sin viento, dificultan la ventilación necesaria. Son más adecuados los lugares situados en una colina, generalmente bien ventilados. La pendiente del terreno sobre el que se sitúen los edificios y los picaderos debe ser ≤ 10 %.
El cuarto de monturas debe ser preferentemente rectangular, con amplias superficies útiles de pared y una anchura de 4-4,5 m. Las sillas de montar deben colgarse en tres filas de manera escalonada → ❽. El cuarto de monturas y de limpieza debe estar provisto de calefacción y bien ventilado. La altura mínima de las salas de equitación y salto es de 4 m → ❺ - ❻. Sobre el número necesario de plazas para espectadores no existen referencias generalizables. Las gradas deberán ser lo más bajas posibles para ofrecer una buena vista frontal del jinete y del caballo. Una solución adecuada es una grada de circunvalación para espectadores → ⓭; la primera fila sirve de asiento y la segunda para estar de pie. Detrás se precisa espacio suficiente para que puedan circular dos personas. A una pista de 20 × 40 m le corresponden unas 200 plazas con y sin asiento. Las medidas de la entrada principal deben ser: 3 m de anchura y 3,8 m de altura, de manera que puedan pasar camiones de tamaño medio. Entradas secundarias ≥ 1,2 m de anchura y ≥ 2,8 m de altura. Las puertas deben abrirse hacia fuera.
La banda de delimitación de la pista tiene varias funciones → ⓬: facilita las tareas de doma del caballo y protege al jinete contra posibles lesiones. Pendiente de parte inclinada ≥ 20° respecto a la vertical. Las ventanas acristaladas a menos de 2 m del suelo deben protegerse con rejas de malla estrecha. Para que 10 caballos puedan moverse libremente fuera de sus cuadras se precisan unos 1.000 m² de descampado. Es recomendable sacarlos en parejas y una vez a la semana como mínimo.



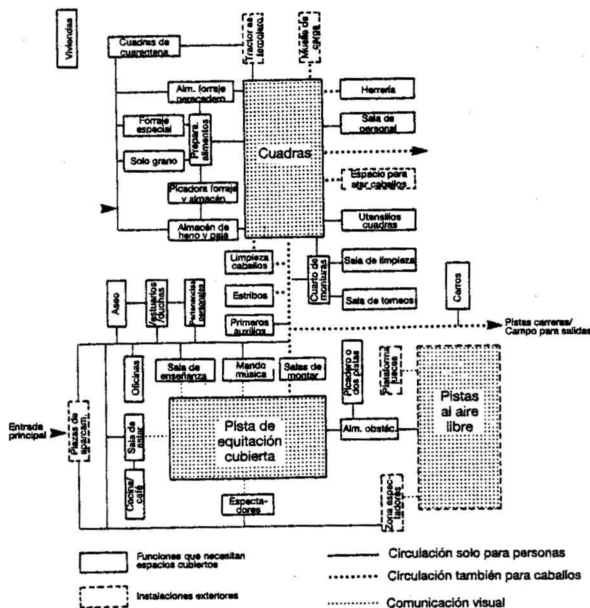
⓫ Tribuna con pasillo de circunvalación



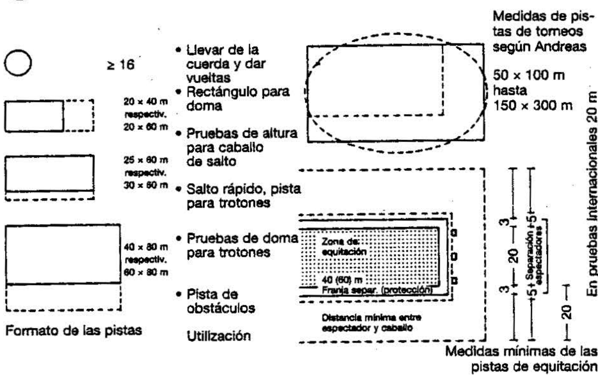
⓬ Sección de las bandas



⓭ Grada de circunvalación para espectadores



❶ Esquema de espacios internos de una hípica



❷ Medidas útiles de los espacios para montar al aire libre

Medida de la nave	Med. pista cubierta	Aplicación
○	≥ 14 m	Picadero, pista para dar vueltas en clubs pequeños, en vez de una nave cubierta. Cuadras privadas. En hípicas grandes, para descargar la pista principal
▭	12,5 × 25 m	Pista mínima de trabajo en cuadras privadas. Para asociación solo puede utilizarse como solución de urgencia. Adecuada como pista secundaria de grandes hípicas.
▭	15 × 30 m	Cuadras privadas y clubs pequeños. Pista secundaria para hípicas grandes
▭	20 × 40/45 m	Medida normal para hípicas; permite realizar trabajos de doma
▭	20 × 60 m	Para hípicas grandes y escuelas de doma
▭	25 × 66 m	Para grandes escuelas de salto y doma; posibilidad de realizar pruebas internacionales de doma en pista cubierta

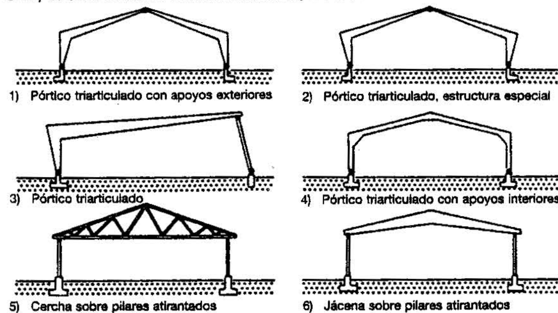
❸ Dimensiones de pistas cubiertas

Género almacenado		100 kg ocupan en m³	ración diaria en kg	Cantidad a almacenar		
				Meses	kg	m³
Avena		0,22	5	1	150	0,33
Heno	Largo, sin prensar	1-1,18	8	12	2.900	29-34
	Prensado, en balas con cable	0,59				17
Paja	Largo sin prensar	1,43-2	aprox. 20 (cuando solo se utiliza paja)	3	1.825	26-37
	Prensado, en balas con cuerda	1,05-1,18				19-22
	Prensado, en balas con cable	0,42-0,5				8-9
	Cortado, 100 m de largo	2,22-3,33	aprox. 15		1.375	31-16
Espacio útil de almacén para forraje por caballo						

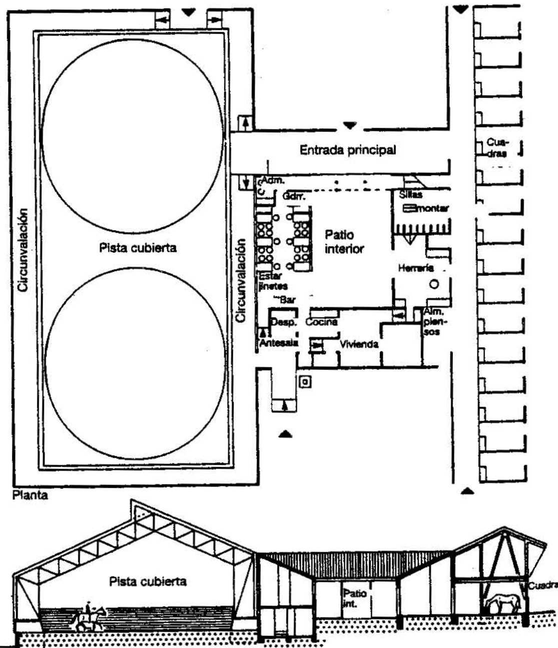
❹ Espacio para almacenaje

Normalmente el funcionamiento de las instalaciones hípicas suele ser similar, salvo variaciones puntuales debido a peculiaridades hípicas o características locales de la zona, los proyectos de edificación se diferencian básicamente por su envergadura (capacidad de las cuadras). De esta última dependen las dimensiones de los diferentes espacios y la agrupación de diferentes funciones en un mismo ámbito → ❶. El núcleo del programa consiste en los espacios cerrados destinados al alojamiento, cuidado y atención de los caballos. Para poder practicar la hípica en días de mal tiempo es imprescindible un picadero cubierto. La inclusión de viviendas para mozos, encargados o profesores de equitación depende del tipo de instalación.

Ajustándose a las necesidades del caballo y del jinete, se debe situar el eje transversal de la pista de saltos en dirección norte-sur → ❸, ya que la mayoría de los obstáculos de salto se toman en la misma dirección que el eje principal transversal. En pistas de torneos, orientadas de norte a sur, se colocarán las casetas de los jueces y las tribunas de espectadores detrás de la parte oeste de la pista, ya que los torneos importantes se celebran por la tarde. La superficie mínima de una pista de doma (superficie útil para montar) es de 20 × 40 m² → ❷. A partir de la categoría M de doma y de pruebas multidisciplinares se precisa una superficie útil de 20 × 60 m². La franja que rodea la pista debe estar acondicionada para poder montar en ella y una anchura ≥ 3 m; en la entrada ≥ 5 m; de manera que la superficie bruta de la pista es de 26 × 48 m² → ❷. Al celebrar torneos hay que dejar una distancia mínima de seguridad entre el caballo y los espectadores de 5 m; si son torneos internacionales, de 20 m.



❺ Sección transversal de pistas cubiertas (naves)

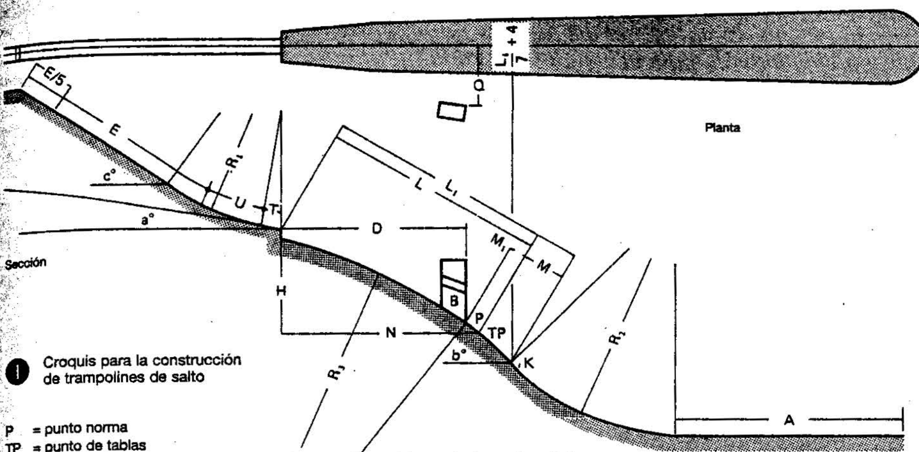


❻ Hípica en Gerolstein/Eifel

Arq.: Schnitzer

INSTALACIONES DEPORTIVAS

SALTOS DE ESQUÍ



❶ Croquis para la construcción de trampolines de salto

P = punto norma
TP = punto de tablas
K = punto crítico (final del tramo de estabiliz. y comienzo del arco de desaceleración)
B = final de la curva de aterrizaje
M = tramo de estabilización (desde P hasta K)
M1 = distancia desde P hasta B
L = distancia entre el final del trampolín y el punto P
L1 = distancia entre el final del trampolín y el punto K
H = proyección vertical de L
N = proyección horizontal de L
H:N = relación entre la vertical y la horizontal
a = pendiente de la meseta del trampolín
b = pendiente del tramo de aterrizaje entre el punto norma (P) y el punto crítico (K)
c = pendiente del tramo de impulsión
R1 = radio del arco desde la impulsión hasta la meseta del trampolín
R2 = radio del arco desde el aterrizaje hasta la desaceleración
R3 = radio del arco desde la meseta del trampolín hasta el tramo de aterrizaje
T = longitud de la meseta del trampolín
U = parte del tramo de impulsión en el que ya no aumenta la velocidad
E = parte del tramo de impulsión en el que aumenta la velocidad
F = longitud total de impulsión (F = U + E + T)
A = longitud del tramo de desaceleración
Vo = velocidad en la meseta del trampolín en m/s
D = distancia horizontal entre extremo del trampolín y la parte inferior de la torre del juez
Q = distancia entre el eje de la pista de impulsión y el canto anterior de la torre del juez

❷ Abreviaturas utilizadas

Trampolines de tamaño medio y grande											
E					L						
c	c	c			9-12°				8-10°	←	a
30°	35°	40°	U	T	Vo	$\frac{H}{N}$ = 0,56	0,54	0,52	0,5	0,48	b ↓
62	52	44	8,8	4,6	21				53	51	35-37°
71	58	49	9,7	4,8	22	65,3	63	60,8	58,5	56,2	
80	65	54	10,6	5,1	23	71,5	69	66,5	64	61,5	36-38°
89	72	60	11,4	5,3	24	77,7	75	72,2	69,5	66,7	
99	80	67	12,5	5,5	25	84	81	78	75	72	37-39°
111	90	74	14	5,7	26	90,2	87	83,7	80,5	77,2	
124	100	81	15	5,9	27	96,3	93	89,5	86	82,5	38-40°
137	110	88	16	6,2	28				91,5	87,7	

❸ Dimensiones de trampolines medianos y grandes

Trampolines pequeños													
E						L							
c	c	c				8-10°		7-9°		6-8°			← a
30°	35°	40°	U	T	Vo	$\frac{H}{N}$ = 0,5	0,48	0,46	0,44	0,42	0,4	0,38	b ↓
26	23	21	4,5	3,3	15	20	19,5	19	18,5	18	17,5	17	30-34°
32	28	25	5,1	3,5	16	25,5	24,8	24	23,3	22,5	21,8	21	30-35°
39	32	28	5,8	3,7	17	31	30	29	28	27	26	25	33-36°
46	37	32	6,5	4	18	36,5	35,3	34	32,8	31,5	30,3	29	33-36°
52	43	37	7,2	4,2	19	42	40,5	39	37,5	36	34,5	33	34-37°
59	49	42	8	4,4	20	47,5	45,8	44	42,3	40,5	38,8	37	34-37°

❹ Dimensiones de trampolines pequeños

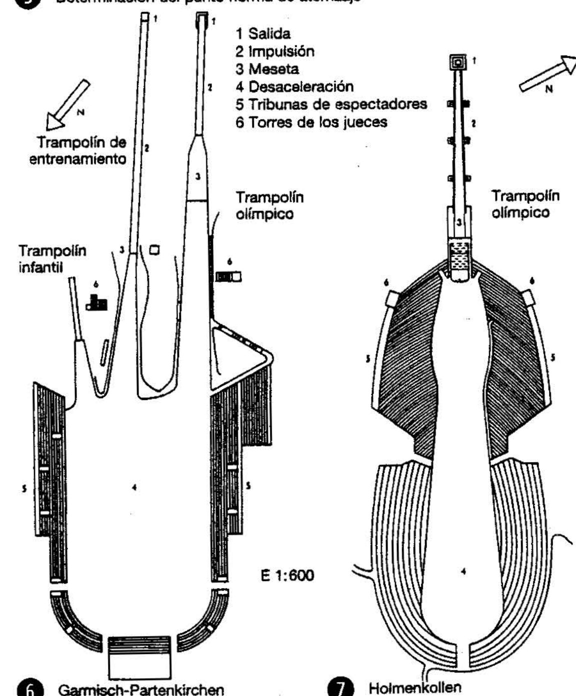
Ejemplo: en función del terreno, se obtienen los datos L1 y H/N, por ejemplo H/N = 0,54; c = 35°; L = 87 m.
En la tabla encontrará: L = 87 y en la columna izquierda: Vo = 26; en la misma fila: c = 35°, E = 90 m, U = 14 y T = 5,7; F = E + U + T = 90 + 14 + 5,7 = 109,7 m.
A pesar de todo, la FIS puede autorizar una instalación que se aparte de las medidas expresadas en las tablas. En este caso, el constructor ha de justificar por escrito los motivos.

Información: Federación Alemana de Esquí, Múnich
La separación d entre el antepecho de la cabina inferior de jueces y la horizontal que pasa por el extremo del trampolín debe estar entre D × tg 16° y D × tg 20°. Las cabinas se situarán en diente de sierra y escalonadas a lo largo de la línea definida por el extremo del trampolín y el punto situado a la distancia "d". El canto superior del pavimento de las cabinas está entre 1 y 1,2 m por debajo de la cota superior del antepecho. Las torres deben formar un ángulo entre 7° y 10° respecto al eje de la pista, para que el juez pueda observar bien todo el período de vuelo y aterrizaje. En la zona de impulsión se deben colocar tantos puestos de salida como sea posible, repartidos cada metro (medido en proyección horizontal) a lo largo de una distancia igual a E/5.
Puesto inferior de salida = E - E/5.
Anchura mínima de la pista de salto en el punto K = L1/7 + 4 m.

Observaciones:
Las pendientes se expresan en grados sexagesimales (360°). Cuando las curvas de transición son parabólicas, R1 y R2 indican la menor curvatura de dichas parábolas. Si la zona de impulsión está sobre terreno natural, se deben colocar referencias cada 2 m para facilitar la determinación exacta del punto de despegue. La pendiente de la meseta del trampolín, así como de varios puntos de la curva entre la zona de impulsión y la meseta, debe fijarse a ambos lados mediante perfiles fijos, para que los técnicos no especializados que manipulen la pista puedan reconstruir el perfil correcto. Se recomienda situar, a ambos lados de la pista de saltos, referencias fijas que permitan reconstruir el perfil exacto, sobre todo después de nevadas intensas. En general, los trampolines de salto con longitud L mayor a 50 m deben construirse con una Vo menor a 21 m/s. La Federación Internacional de Esquí (FIS) no autoriza trampolines con una L mayor a 90 m (excepto los de vuelo con esquís).

Normas para los puntos más importantes de un trampolín:
H:N = entre 0,48 y 0,56
Es preciso determinar el punto norma de aterrizaje:
P = L1-M, donde las normas para M son:
M = de 0,5 a 0,8 en trampolines de P = 70 m
M = de 0,7 a 1,1 en trampolines de P = 90 m
M1 = para Vo entre 0 y 0,2 m/sg
R1 = entre 0,12 Vo² y 0,12 Vo² + 8 m
R2 = entre 0,14 Vo² y 0,14 Vo² + 20 m
R3 = se elige para el anteproyecto el perfil que mejor se corresponda con la curva de vuelo
T = 0,22 Vo
U = 0,02 Vo²
A = de 4 a 5 veces Vo en pista de aterrizaje horizontal
D = de 0,5 a 0,7 × L1 hasta canto inferior de la torre para jurado
Q = entre 0,25 y 0,5 × L1

❺ Determinación del punto norma de aterrizaje



❻ Garmisch-Partenkirchen

❼ Holmenkollen

Deportes
Ocio

INSTALACIONES DEPORTIVAS
Campos de juego
Atletismo
Tenis
Minigolf
Campos de golf
Deportes acuáticos, puertos deportivos
Remo y piragüismo
Hípica
Saltos de esquí
Pistas de hielo
Pistas de patinaje sobre ruedas
Patinaje de velocidad sobre patines en línea
Skateboard
Ciclocross
Instalaciones de tiro

Información: Federación Alemana de Deportes de Hielo, Múnich

Para patinaje, hockey sobre hielo y lanzamiento de disco, excepto sobre superficies heladas naturales, como lagos, ríos o piscinas al aire libre (borde resistente a la presión del hielo).

Pistas de hielo, formado por riego, para carreras, sobre pistas de tenis, pistas de patinaje y otras grandes superficies (bordillo perimetral de 10 a 15 cm). Riego hasta conseguir 2 cm de profundidad de agua, drenaje para la evacuación de agua.

Pistas de hielo artificial con un sistema de tuberías de enfriamiento, empotradas a 2,5 cm por debajo del pavimento. Sistema de bombeo con una solución salina frigorífica o cámaras con aire frío (generalmente con compresores de amoníaco) → ❸ y ❹.

Pistas estándar para patinaje de velocidad. Longitud ≥ 300 m; 333,5 m; normalmente 400 m. Medidos a 50 cm del borde interior de la pista. Radio de la curva interior: ≥ 25 m, cruces: ≥ 70 m. Debe ser una pista doble → ❶.

2 × eje medio	=	2 × 111,94	= 223,89 m
curva interior	=	25,2 × 3,1416	= 80,11 m
curva exterior	=	30,5 × 3,1416	= 95,82 m

Cruce

$\sqrt{\text{longitud del cruce}^2 \times \text{anchura de pista}^2}$

a partir de 70 m = 0,18 m

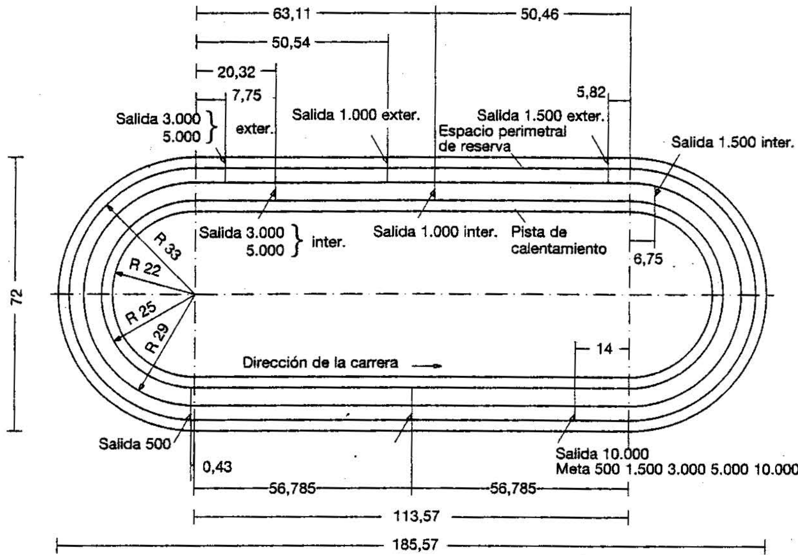
longitud total = 400 m

Pista estándar para patinaje de velocidad. Anchura de la pista: 4 m; anchura pista calentamiento en interior: 3 m (recomendada para mejores opciones de entrenamiento: 4 m).

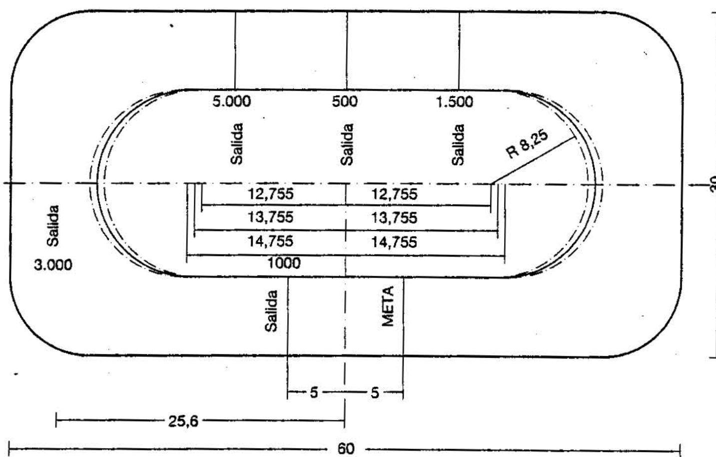
Pistas de bobs con fuertes peraltes construidos con bloques de hielo. Plazas para espectadores situadas preferentemente en curvas interiores; en caso contrario, colocar delante pretiles de protección de hielo o balas de paja.

Pistas para trineos: situadas en laderas orientadas a N, NE o NO, mejor en hondonadas. Longitud entre 1.500 y 2.500 m; pendiente entre 15 y 25 %; anchura ≥ 2 m. Salida plana o con contrapendiente, peralte en las curvas, protección obstáculos con balas de paja o muros de nieve. Ascenso por fuera, a un lado de la pista.

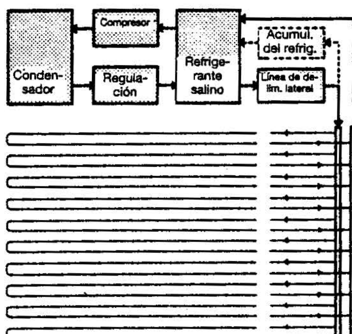
Pistas para lanzamiento de disco → ❺.



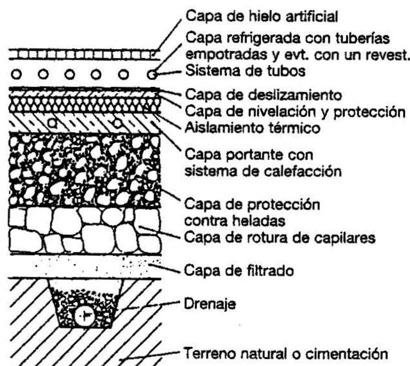
❶ Pista estándar para carreras



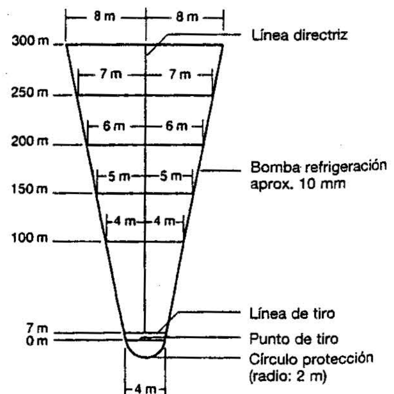
❷ Pista para interiores



❸ Pista de hielo artificial. Esquema de una instalación frigorífica (agua salina)



❹ Tubos empotrados → ❸



❺ Lanzamiento de disco sobre hielo, pág. 357

PISTAS DE HIELO

Información: Federación Alemana de Deportes de Hielo y Federación Alemana de Curling, Múnich

Lanzamiento de disco → ❶ Longitud de la pista: 42 m; ancho: 4 m (también es posible 30 × 3 m). Pistas intermedias (bandas) de 1 m de anchura y en los fondos del campo de juego ≥ 60 cm. Rodear el campo de salida y de meta con una barrera de madera fácilmente superable.

Curling → ❸ Longitud de la pista: 42 m; círculo de meta (*tee*) Ø 3,65 m. Hasta el centro del círculo de meta: 38,35 m. Si el hielo se encuentra en mal estado puede reducirse hasta 29,26 m. Disco de *curling*: peso ≤ 19,985 kg; perímetro ≤ 91,4 cm, altura ≥ 1/8 del perímetro.

Lanzamiento de disco sobre hielo. Pág. 356 → ❺.

Hockey sobre hielo. Superficie juego: 30 × 61 m. Portería: 1,83 m de anchura y 1,22 m de altura; también es superficie de juego la parte posterior de las porterías. La pista de juego necesita una barandilla perimetral de 1,15-1,22 m de altura (de madera o material sintético) → ❹.

Patinaje artístico. Superficie de hielo rectangular ≥ 56 × 26 m y ≤ 30 × 60 m. Combinación entre pista de patinaje sobre ruedas en verano (de marzo a noviembre) y pista de hielo en invierno (de diciembre a febrero). Sistema de tubos refrigerantes empotrados en el pavimento a 2,5-5 cm de la superficie (no se puede pavimentar con terrazo).

PISTAS DE PATINAJE SOBRE RUEDAS

Información: Deutscher Rollsport- und Inlineverband, Sterngasse 5, Ulm

1) Pistas de deporte	
Hockey sobre patines	15 × 30 a 20 × 40 m
Patinaje artístico	25 × 50 m
2) Pistas de juego	10 × 10 a 20 × 20 m

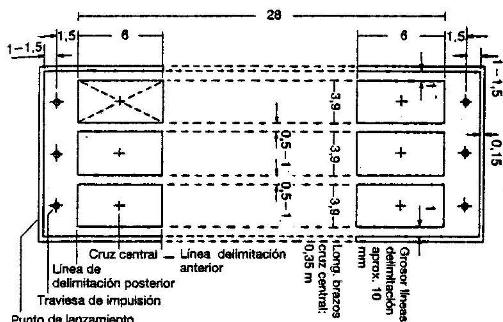
Tabla de choque desde 3 cm por encima del pavimento hasta 25 cm de altura y barandilla a 80 cm de altura en todo el perímetro. Tela metálica de 2 m de altura en los fondos (interceptar pelotas), paso perimetral en el exterior de la pista con el pavimento unos 10-15 cm más bajo que el de la pista, con 1,2 m de anchura, juntas de 5-6 mm, pendiente del canal para recogida del agua superficial: ≤ 0,2 ‰, protección contra las heladas ≥ 20 cm → ❺.

Construcción

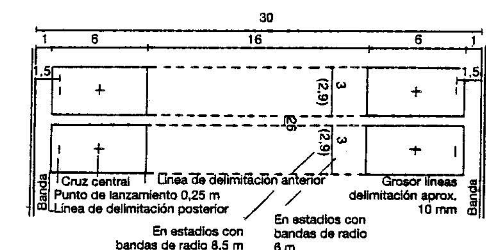
1. Placas de fibrocemento de 15 mm de grosor, colocadas sobre un emparrillado de madera o un lecho de arena.
2. Pistas de hormigón de 10 a 15 cm de grosor; según la calidad del subsuelo, a ser posible, sin juntas y, en caso necesario, juntas superficiales de 2 a 3 mm de anchura, de dilatación cada 25-30 m, anchura ≥ 15 mm.
3. Pavimento de hormigón duro, grosor ≥ 8 mm sobre lecho de hormigón fresco (a ser posible, una capa de mortero de cemento de 2 cm de grosor entre la capa superior y el lecho de hormigón).
4. Pavimento de mortero de cemento con aditivos, grosor entre 1 y 10 mm.
5. Terrazo pulido, grosor ≥ 15 mm, juntas cerradas con listones de latón, metal ligero o material sintético; solo para pistas interiores.
6. Pistas de asfalto fundido sobre una base sólida (construcción más usual).

Hockey sobre patines → ❻

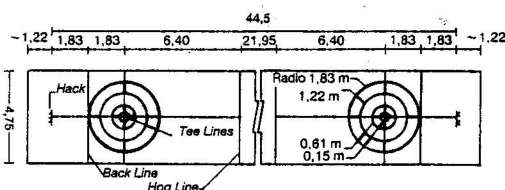
La superficie de la pista de juego está construida con madera, azulejos, parqué u otros materiales lisos y planos que permiten el deslizamiento de los patines. La zona deportiva se rodea de una banda de protección cuya altura puede oscilar entre un mínimo de 0,2 m y un máximo de 1,22 m. Este límite también puede consistir en el cerramiento del pabellón deportivo.



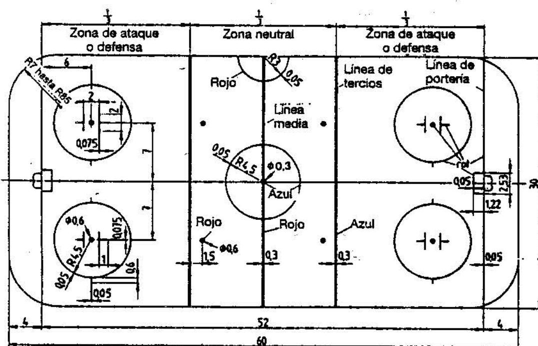
❶ Pista de lanzamiento de disco



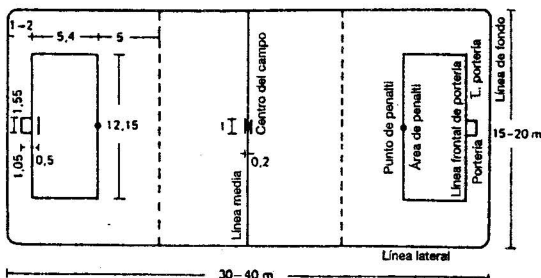
❷ Pistas de lanzamiento de martillo en estadios de hielo artificial



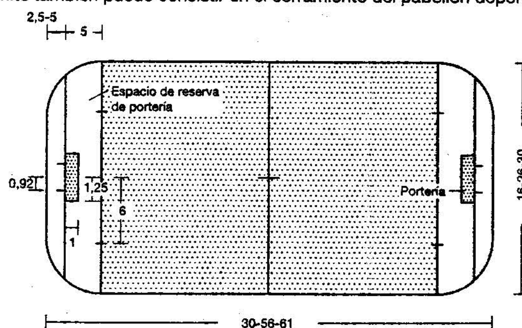
❸ Pista de *curling*



❹ Hockey sobre hielo



❺ Pista de hockey sobre patines



❻ Hockey sobre patines

PATINAJE DE VELOCIDAD SOBRE PATINES EN LÍNEA

Información: Federación Alemana de Patinaje, Fráncfort;
Instituto Federal Alemán para el Deporte, Bonn

Programa. Superficie estándar. 20 × 40 m → ❷
Espacios para los deportistas: 2(4) vestuarios colectivos, cada uno con 8 m lineales de bancos y colgadores de ropa (hockey sobre patines 4 vestuarios colectivos); taquillas según las necesidades específicas, para hockey sobre ruedas prever una taquilla en los vestuarios por cada 3 m²; 2 salas de duchas con 4 duchas en cada una, zona de secado, 2 lavamanos, 2 secadores y un inodoro, 4 salas de secado (solo hockey sobre ruedas) por cada 6 m². Una sala para árbitros y entrenadores de unos 9 m².
Salas para patinaje de velocidad (público en general): vestíbulo de entrada con expendedor automático de entradas o taquilla con cajero, de unos 40 m²; vestuarios con zona para atarse los patines, taquillas y bancos; vestuarios para patinaje público, simultáneamente zona para atarse los patines. Número de taquillas y longitud total de bancos, por ejemplo, para una pista de 20 × 40 m, utilizable durante todo el año, 30 taquillas individuales y 60 triples, longitud total de bancos, 20 m;,1 lavabo para mujeres con 2 inodoros, lavamanos separado; 1 lavabo para hombres con 2 inodoros, 3 urinarios, lavamanos separado; 1 enfermería de unos 9 m² 1 sala de alquiler de patines, cerca de la caja, de unos 12 m². 1 sala de vigilancia y dirección (con los cuadros eléctricos) 8 m². Vestuario para 1 a 2 personas, con ducha, lavamanos, inodoro y guardarropa. 1 taller de 4 m². 1 almacén para grandes aparatos de deporte de 15 m². 1 almacén para aparatos pequeños de 6 m². 1 sala para limpiar los aparatos de deporte de 12 m². Cuarto de calefacción de 10 m². Cuarto de electricidad de 4 m². Cuarto de acometidas de 3 m².

Posibilidades de uso	Superficie necesaria en m	Observaciones
Patinaje público, patinaje artístico, baile sobre patines y hockey sobre patines	20 × 40 m	**Superficie estándar** Superficie mínima para hockey sobre patines: 17 × 34
Patinaje público, patinaje artístico, baile sobre patines y hockey sobre patines	20 × 50 m	En casos excepcionales
Patinaje público, patinaje artístico, baile sobre patines y hockey sobre patines, patinaje de velocidad y deportes sobre hielo	30 × 60 m	En general, solo si se utiliza también para practicar deportes sobre hielo, es posible además disponer una pista corta de 110 m para patinaje de velocidad
Patinaje de velocidad Longitud del día: Anchura de la pista	 200 m 333,5 m 400 m 5 m	**Pista estándar** Solo si se utiliza también para practicar ciclismo y patinaje de velocidad sobre hielo

❺ Dimensiones y posibilidades de uso de las superficies de deporte

SKATEBOARD

El *Skateboard* es similar al patinaje sobre ruedas. Las superficies para patinaje sobre ruedas también son aptas para *Skateboard*. Superficie necesaria para un parque de *skate*: mín. 200 m².
Situación apropiada: 1. Sobre superficies asfaltadas ya existentes en patios de colegio, patios de juego, pistas para deporte sobre hielo, calles cerradas al tráfico, zonas delimitadas en parques y patios de manzana. 2. Tras construir la superficie adecuada en centros de deportes y parques públicos.

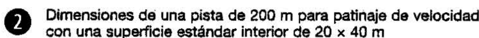
Tipo	Altura (m)	Anchura (m)	Radio (m)	Parte intermedia (m)	Parte vertical (m)
Minirampa para *skateboard*	1	5	1,5	2	ninguna
Minirampa para BMX	2	6	2,5	3	ninguna
Funpipe	3	6	2,8	3	0,3
Halfpipe - estándar	3,5	6	3	3	0,5
Halfpipe - *kingsize*	4,1	10	3,5	3,5	0,6

❼ Dimensiones de halfpipe

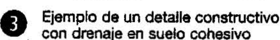
Instala-ciones | Vestuarios para los deportistas | Vestuarios para público general | Enfer-mería | Vigilan-cia | Aseo | Entrada/alquiler de patines | Entrada público/deportistas
Almacén aparatos deportivos | Pista de patinaje Superficie estándar 20 × 40 m | Cafetería/quiosco
Aseos | Entrada | Entrada espectadores
Cuarto limpieza de aparatos deportivos | Instalaciones para espectadores | Aseos

❶ Esquema funcional de una pista de carreras sobre patines

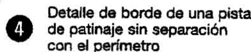
3 | 5 | 15 | 40 | 50 | 20 | 25 | 46 | 30 | 5 | 3
3 — 20 — 51,93 — 20 — 3
97,93

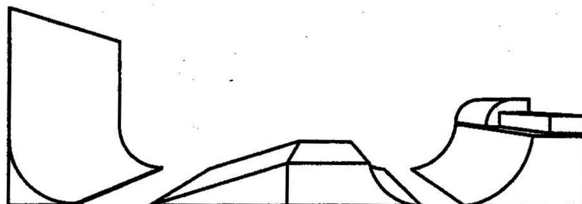

❷ Dimensiones de una pista de 200 m para patinaje de velocidad con una superficie estándar interior de 20 × 40 m

Bastidor
Banda
Perfil L de borde 120/80/10 mm
Canal de desagüe
Rejilla metálica
Placa de hormigón
20 mm
+200
Placa de horm. de la pista
Grava bituminosa
Grava 15/30 o 30/60 mm
Grava de filtro
Pendiente 10 %
Terreno natural
Tubería de drenaje (0,5-1 %)


❸ Ejemplo de un detalle constructivo con drenaje en suelo cohesivo

Junta con perfil MIGUA-5038
Capa de deslizamiento
Pista de patinaje, hormigón B-25
Canal de desagüe
Capa de hormigón B-15
Lecho de grava
Bancada de hormigón


❹ Detalle de borde de una pista de patinaje sin separación con el perímetro



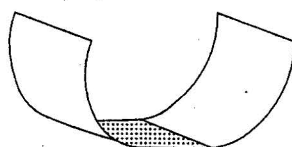
Quarter con *wallride*
Altura+paramento 2 m
Anchura: 3 m
Radio: 2 m

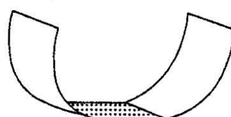
Funbox
Altura: 1,35 m
Anchura: 2,5 m
Radio/Salto: 2,5 m
Longitud del table: 2,5 m
Aterrizaje: 4,2 m

Quarter con *roll-in*, atrás, o *subbox*, delante
Quarter
Altura: 2 m
Anchura: 4 m
Radio: 2,5 m
Longitud del table: 1,5 m
Roll-in (alzado atrás)
Altura: 1 m
Anchura: 1,25 m
Radio: 2 m
Subbox (cajón delante)
Altura: 1 m
Anchura: 2 m
Fondo: 90 cm

Tener en cuenta para instalaciones de salto de *flybox*: la bajada de carrerilla tiene que ser en cualquier caso más alta que la rampa de despegue. Normalmente el doble de la altura de salto.


❻ *Flybox* para saltos con monopatín, patines en línea y bicis BMX


❽ *Halfpipe* - *kingsize*

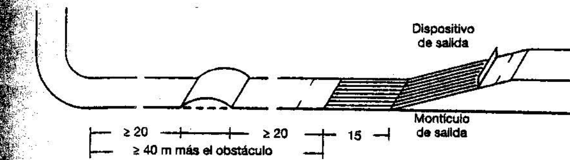

❾ *Halfpipe* - estándar


❿ *Funpipe*

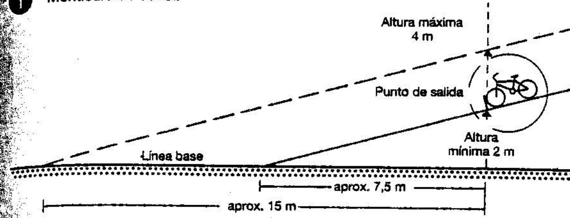

⓫ Minirampa para BMX


⓬ Minirampa para *Skateboard*

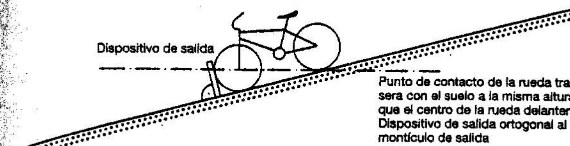
Tamaño mínimo de un solar para construir una instalación de ciclocross: 50 × 60 m. Tamaño máximo para una pista con suficientes plazas para espectadores: 100 × 200 m. Tener en cuenta la separación de seguridad entre pistas en sentido contrario. Según las características locales existen cuatro variantes para los circuitos de BMX.
Pista C, pista B, pista A/nacional, pista A/internacional. Longitud mínima pista C: 200 m. Anchura montículo salida: 5 m, = 4 puestos de salida.
Longitud mínima pista B: 250 m. Anchura montículo de salida: 7 m = 6 puestos de salida. Tiempo mínimo del recorrido: 30 s.
Longitud mínima de una pista A/nacional: 270-320 m; anchura montículo de salida: 9 m = 8 puestos de salida. Tiempo mínimo del recorrido: 35 s.
Longitud mínima de una pista A/internacional: 300 m. Anchura montículo salida: 9 m = 8 puestos salida. Tiempo mínimo recorrido: 35 s. Superficie rígida en recta de salida. El tiempo del recorrido debe ser alcanzable por un ciclista medio de 15 años de edad. No emplear elementos de material duro (piedras, hormigón, madera, etc.) para delimitar lateralmente la pista. Basta con neumáticos o balas de paja. Los límites fijos tienen que guardar una separación mínima de 1 m. Delimitación de las zonas para espectadores con cuerdas. En la zona interior no puede haber espectadores. En los tramos de descenso no puede alcanzarse una velocidad superior a 40 km/h. Las curvas y obstáculos se pueden ordenar libremente a lo largo del recorrido.



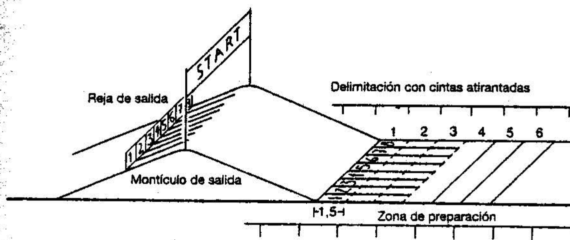
❶ Montículo de salida



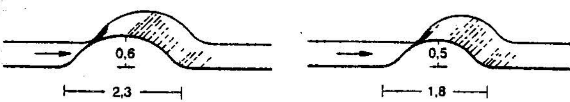
❷ Altura del montículo de salida



❸ Detalle del punto de salida → ❷

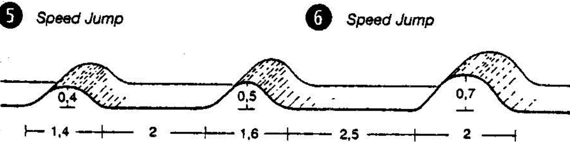


❹ Montículo de salida con zona anterior de preparación



❺ *Speed Jump*

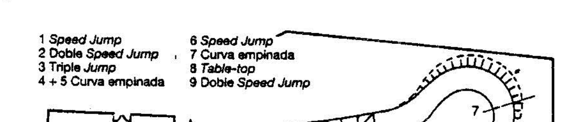
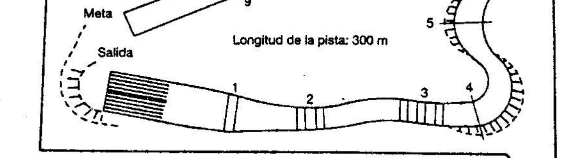
❻ *Speed Jump*



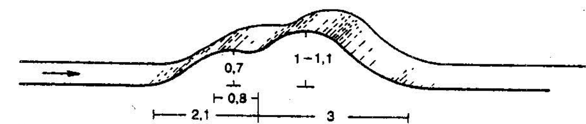
❼ Triple *Jump* (o combinación de tres obstáculos)



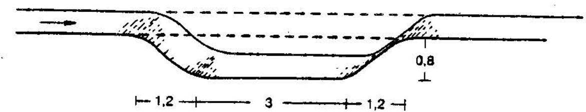
❽ Doble *Speed Jump*

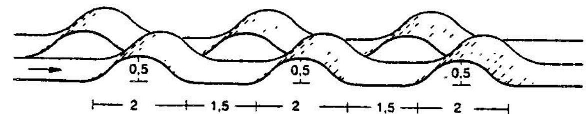
⓭ Pista de los campeonatos del mundo de 1987 en Burdeos



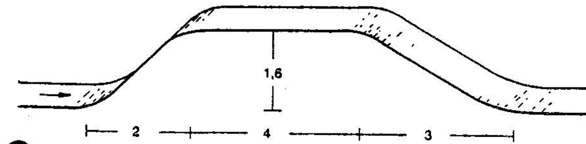
❾ *Step Jump*



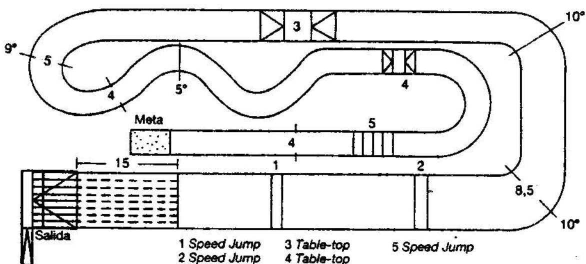
❿ *Canon Jump*



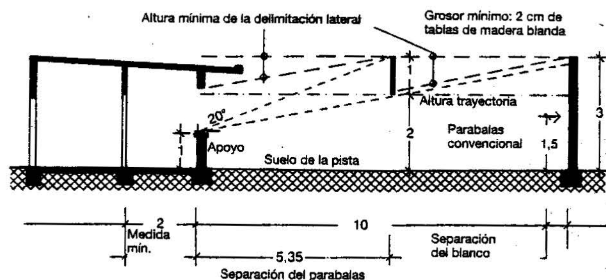
⓫ *Mogul Jump (Moguls)*



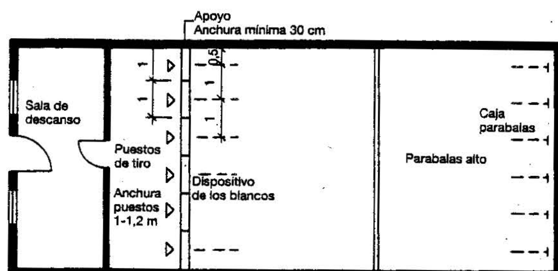
⓬ *Table Top*



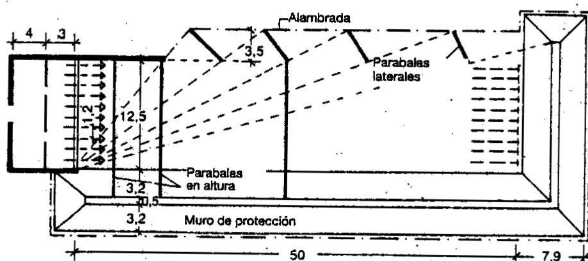
⓮ Pista para MBX de la IFMA 1984 en Colonia



❶ Sección → ❷



❷ Pista de tiro para armas de aire comprimido y CO_2; puesto de tiro cubierto, pista al descubierto



❸ Pista de tiro al blanco para armas de pequeño calibre

Información: Federación Alemana de Tiro, Wiesbaden-Klarenthall

Situación: preferentemente en un bosque, en una cañada con un promontorio natural para parar las balas, lejos de caminos e instalaciones públicas. También las instalaciones de tiro son posibles en el interior de edificios, por ejemplo, en pabellones polideportivos. Por lo general se trata de instalaciones de tiro con carabinas de aire comprimido o de pequeño calibre y pistolas → ❶ – ❺ → pág. 361. Los requisitos de seguridad que deben cumplir este tipo de instalaciones en Alemania se detallan en las normas de la Federación Alemana de Tiro.

Especialidades de tiro deportivo

Tiro con carabina: carabina de aire comprimido 10 m xx de pequeño calibre 15 m, carabinas de pequeño calibre 50 m x, carabina estándar de pequeño calibre xxx, carabina de tiro al blanco 100 m, carabina de gran calibre 300 m, carabina estándar de gran calibre 300 m.

Tiro con pistola: pistola de aire comprimido 10 m xx, pistola olímpica de tiro rápido 25 m x, pistola deportiva 25 m xxx, pistola estándar 25 m, pistola libre 50 m x. Tiro al pichón: *trap* x, *skeet* x.

Tiro al blanco móvil: blanco móvil, 10 m y 50 m x.

Tiro al arco: condiciones de la sala, condiciones internacionales xx, al aire libre.

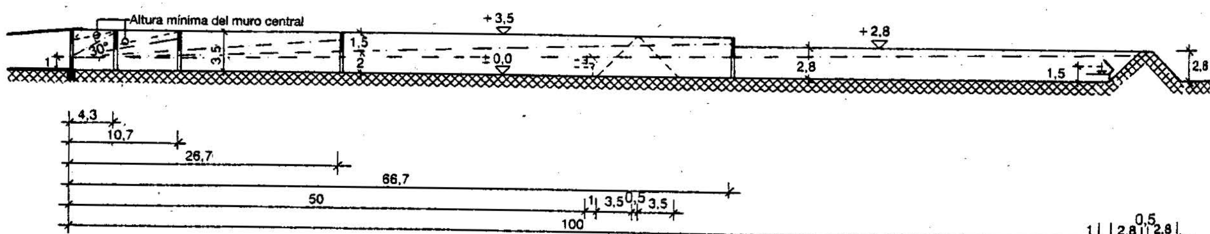
Tiro de ballesta: condiciones nacionales, condiciones internacionales 10 y 30 m.

Tiro de baqueta: condiciones nacionales.

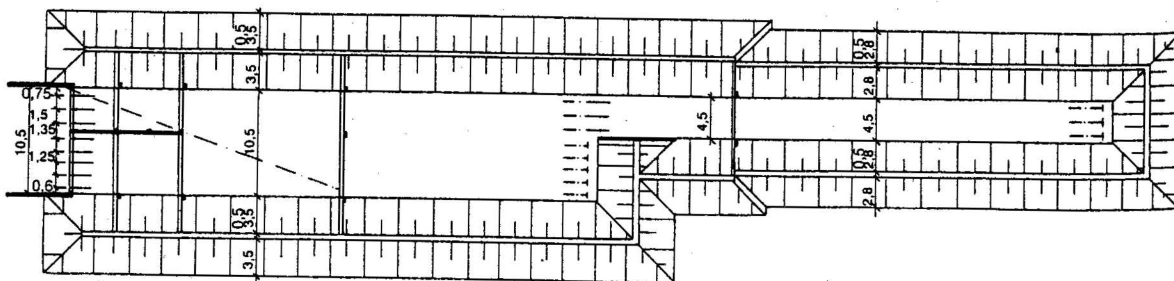
Competiciones olímpicas: x = pruebas masculinas, xx pruebas mixtas, xxx pruebas femeninas.

Para construir una instalación de tiro, además del permiso de construcción habitual, se necesita el certificado de un técnico especializado.

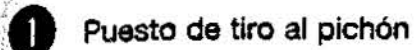
Se debe respetar el derecho de los "vecinos" a oponerse a la construcción de una instalación que provoca molestias por el ruido. Los elementos de seguridad, como parabalas, muros, taludes laterales y cerramiento de la pista de tiro se deben construir con materiales autorizados o, en caso contrario, recibir la aprobación expresa del técnico especializado.

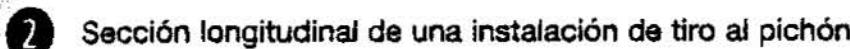


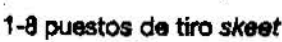
❹ Sección → ❺



❺ Pista de tiro combinada de 100 y 50 m → ❹


❶ Puesto de tiro al pichón

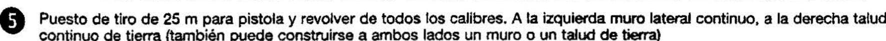

❷ Sección longitudinal de una instalación de tiro al pichón


1-8 puestos de tiro *skeet*


❸ Pista combinada de *skeet* y *trap*


❹ Sección → ❺

Seguridad en altura:
El alcance máximo de un arma se calcula a partir del ángulo de tiro más favorable.
Este ángulo es de 20° para las armas de aire comprimido de CO_2 y de pequeño calibre y de 30° para las escopetas y pistolas.
Para los puestos de tiro con arco y de ballesta existen normas divergentes. Las zonas amenazadas se deben apantallar con elementos de protección. Estos elementos son: parabalas de altura, protecciones laterales (muros o taludes de tierra) y el cerramiento de la pista de tiro. La pista de tiro se debe construir de manera que no exista peligro ni en el interior, es decir, para las personas que participan en los ejercicios de tiro, ni en el exterior, es decir, para las personas que pasan por las inmediaciones de la instalación. Se deben satisfacer las normas aplicables en cada caso.
Saber juzgar si un determinado solar es adecuado para construir una instalación de tiro, es fundamental para calcular los costes de construcción. Debería consultarse siempre a un técnico especializado, ya que éste, debido a sus conocimientos y experiencia, puede proporcionar al proyectista la necesaria información especializada. Sobre todo se debe considerar: separación a las zonas urbanizadas o de urbanización prevista, y a edificios habitados; dirección de tiro prevista (norte o noreste), características del subsuelo, características del terreno. ¿Es posible o deseable separarse aún más de lo que marcan las normas? Instalaciones de suministro y evacuación, accesos, trazado viario (incluso el planificado para el futuro), aparcamientos, zonas de ocio y turísticas. Las medidas de seguridad exigidas se deben tener en cuenta en el proyecto desde el primer momento, aunque pueden construirse en diferentes fases.
Los permisos y autorizaciones dependen de las autoridades con jurisdicción en cada caso. La ordenación interior y el perímetro de una instalación de tiro debería proyectarse de manera que las futuras ampliaciones puedan realizarse con sentido y con un coste reducido. Al planear instalaciones al aire libre se deben prever medidas de aislamiento acústico.


❺ Puesto de tiro de 25 m para pistola y revolver de todos los calibres. A la izquierda muro lateral continuo, a la derecha talud continuo de tierra (también puede construirse a ambos lados un muro o un talud de tierra)


❻ Zona de seguridad de una pista de tiro al arco con 6 puestos de tiro

Información: Instituto Federal Alemán para el Deporte, Bonn

Las bases de proyecto tienen como contenido: pabellones polideportivos, pabellones de deportes y pabellones polivalentes. Dichas bases tienen en cuenta los reglamentos para la realización de campeonatos de las diferentes federaciones de deportes, e intentan conseguir la mejor integración posible de los diferentes tipos de deporte → ❶.

El tamaño mínimo de la parcela depende de las dimensiones del campo de deporte y de la superficie necesaria para los locales auxiliares. En general, cuando aún no se ha establecido el programa global, se puede calcular una superficie mínima del solar: 2 × superficie del campo de deporte + separación mínima a los lindes de la parcela + superficie necesaria de aparcamiento.

Dimensiones de los pabellones → ❶. Es preferible construir un pabellón divisible que varios individuales, ya que ofrece mayores posibilidades de utilización.

Locales auxiliares para actividades deportivas.

Vestíbulo con taquillas, guardarropía para los espectadores y, eventualmente, cuarto de limpieza → ❷ 0,1 m²/espectador.

Plazas necesarias para espectadores e invitados de honor, prensa, radio y televisión: según las necesidades de cada caso.

Superficie/espectador, incluida superficie circulación: 0,5 × 0,4-0,45 m². Por periodista, incluida superficie circulación: 0,7 5 × 0,8-0-0,85 m². Por cabina de radio, incluida superficie circulación: 0,8 × 2 m². Por plataforma con cámara TV: 2 × 2 m².

Tipo de pabellón	Dimensiones en m	Sup. campo deporte en m²	Tipo de deporte[1]	Número campos entreno	Número campos competición[2]
Pabellones polideportivos					
Pabellón individual	15 × 27 × 5,5	405	Badminton	4	
			Baloncesto	1	
			Voleibol	1	
Pabellón triple	27 × 45 × 7[3)4)] divisible en 3 campos (15 × 27)[5)]	1.215	Badminton	12	5[6)]
			Baloncesto	3	1
			Fútbol sala		1
			Balonmano		1
			Hockey		1
			Voleibol	3	1
Pabellón cuádruple	27 × 60 × 7[3)] divisible en 4 campos (15 × 27)[5)]	1.620	Badminton	16	7[6)]
			Baloncesto	4	2
			Fútbol sala		1
			Balonmano		1
			Hockey		1
			Voleibol	4	1
Pabellón doble	22 × 44 × 7[3)4)] divisible en 2 campos (22 × 28+22 × 16 o 22 × 26+22 × 18[5)]	968	Badminton	6	5[6)]
			Baloncesto		1
			Fútbol sala		1
			Balonmano		1
			Hockey		1
			Voleibol	3	1
Pabellones de deporte					
Pabellón individual	22 × 44 × 7[3)4)]	968	Badminton	6	5
			Baloncesto		1
			Fútbol sala		1
			Balonmano		1
			Hockey		1
			Voleibol	3	1
Pabellón triple	44 × 66 × 8[3)] divisible en 3 campos (22 × 44)[5)]	2.904	Badminton	24	15
			Baloncesto		4[6)]
			Fútbol sala		
			20 × 40		3
			30 × 60		1
			Balonmano		3
			Hockey		3
			Voleibol	9	3
Pabellón cuádruple	44 × 88 × 9[3)] divisible en 4 campos (22 × 44)[5)]	3.872	Badminton	32	25[6)]
			Baloncesto	5[6)]	4
			Fútbol sala		
			20 × 40		4
			40 × 80		1
			Balonmano		4
			Hockey		4
			Voleibol	12	4

1) Deportes que suelen jugarse a cubierto, sin tener en cuenta posibles características regionales o locales.
2) Dimensiones basadas en los reglamentos de las federaciones internacionales de deporte; para competiciones nacionales, pueden reducirse si es preciso.
3) En la zona perimetral se puede disminuir la altura del pabellón, teniendo en cuenta los requisitos funcionales para practicar el deporte correspondiente.
4) Si existen varios pabellones en el mismo complejo, o en la misma zona, se puede disminuir la altura hasta 5,5 m en algunos de estos pabellones, si la utilización prevista lo permite.
5) Menos el grosor del dispositivo de separación.
6) Número máximo, sin considerar el grosor del dispositivo de separación.

❶ Dimensiones de los pabellones

Sala	Dimensiones en m	Superficie útil de deporte en m²
Sala de musculación	En función del equipo, altura mínima 3,5	35 hasta 200
Sala de mantenimiento	En función del equipo, altura mínima 2,5	20 hasta 50
Sala de gimnasia	10 × 10 × 4 hasta 14 × 14 × 4	100 hasta 196

❸ Dimensiones de los locales auxiliares de deporte

Tipo de pabellón	Vestíbulo de entrada m²	Vestuario (mín. 20 m²)[2)]	Duchas mín. 15 m²)[3)]	Lavabos			Cuarto[4)] monitores (≥ 12 m² sin puesto 1os auxilios ≥ 8 m²)	Almacén de aparatos		Cuarto limpieza aparatos (≥ 5 m²)	Cuarto mantenimiento pabellón (≥ 10 m²)
				Para cada vestuario	Vestíbulo			Pabellón polideportivo	Pabellón deportes		
	m²	Número mínimo	Número	Número mínimo	Número mínimo Mujer.	Hombr.	Número mínimo	m² mínimo[5)]	m² mínimo[5)]	Número mínimo	Número
Individual	15	2	1[6)]	1	1	1	1	60[7)]	20[8)]	1	1[9)]
Doble	30	2	2	1	1	1	1	90[7)]	–	1	1[9)]
Triple	45	3[10)]	3[10)]	1	1	1	2	120[7)]	60[8)]	1	1
Cuádruple	60	4[10)]	4[10)]	1	1	1	3	150[7)]	80[8)]	1	1

1) Altura mínima, en general, 2,5 m.
2) Superficie necesaria por deportista: 0,7-1 m² (base de cálculo: 0,4 ml de banco por deportista, 0,3 m de profundidad, 1,5 m de separación mínima al siguiente banco o hasta la pared, separación recomendable: 1,8 m).
3) 1 ducha para cada 6 deportistas, pero al menos 8 duchas y 4 lavamanos y lavapiés por cuarto. Ducha, incluido espacio de circulación, como mínimo: 1,5 m², lavamanos, incluido el espacio de circulación, como mínimo: 1 m²; anchura mínima de los espacios de circulación: 1,2 m.
4) Cuarto para monitores, jueces y, ev., enfermería, con vestuario y ducha. Enfermería independiente, como mínimo 8 m². El cuarto de monitores, según donde esté situado y si es lo bastante grande, también puede utilizarse como oficina de dirección.
5) Cuando el equipo de aparatos varía de un lugar a otro, ha de tener unas dimensiones mayores a las citadas en esta tabla. Ningún sector de un pabellón polideportivo ha de tener un almacén de aparatos de menos de 6 m de largo
6) Dividido en dos sectores, cada uno con la mitad del equipamiento. 7) En general, profundidad mínima: 4,5 m, máximo 6 m. 8) En general, profundidad mínima: 3 m, máximo 5,5 m. 9) Según las necesidades particulares.
10) Ev., dos cuartos más grandes con el número correspondiente de duchas y lavamanos.

❷ Salas auxiliares para la práctica de deportes

Deporte	Superficie útil de la pista				Zona suplementaria sin obstáculos en		Sup. bruta del campo de deporte para las dimensiones estándar		Altura libre pabellón[1]
	Dimensiones admisibles		Dimensiones estándar						
	Longitud	Anchura	Longitud	Anchura	laterales	fondos	Longitud	Anchura	
	m	m	m	m	m	m	m	m	m
Badminton	13,4	6,1	13,4	6,1	1,5	2,0	17,4	9,1	9[2]
Baloncesto	24-28	13-15	28	15	1[3]	1[3]	30	17	7
Boxeo	4,9-6,1	4,9-6,1	6,1	6,1	0,5	0,5	7,1	7,1	4
Juego de pelota (con el puño)	40	20	40	20	0,5	2	44	21	(7)
Fútbol	30-50	15-25	40	20	0,5	2	44	21	(5,5)
Halterofilia	4	4	4	4	3	3	10	10	4
Balonmano	40	20	40	20	1[4]	2	44	22	7[5]
Hockey	36-44	18-22	40	20	0,5	2	44	21	(5,5)
Judo	9-10	9-10	10	10	2	2	14	14	(4)
Pelota-cesta	28	15	28	15	1	1	30	17	(5,5)
Atletismo artístico	12	12	12	12	1	1	14	14	(5,5)
Gimnasia artística	52	27	52	27	-	-	52	27	8
Ciclismo/Polo y fútbol sobre bicicleta	12-14	9-11	14	11	1	2	18	13	(4)
Gimnasia rítmica	13[6]	13[6]	13[6]	13[6]	1	1	15	15	8[2]
Lucha grecorromana	9-12	9-12	12	12	2	2	14	14	(4)
Hockey s. patines	34-40	17-20	40	20	-	-	40	20	(4)
Patinaje artístico/ Baile sobre patines	40	20	40	20	-	-	40	20	(4)
Baile deportivo	15-16	12-14	16	14	-	-	16	14	(4)
Tenis	23,77	10,97	23,77	10,97	3,65	6,4	36,57	18,27	(7)
Ping-pong	2,74	1,525	2,74	1,525	5,63	2,74	14	7	4
Gimnasia de trampolín	4,57	2,74	4,57	2,74	4	4	12,57	10,74	7
Voleibol	18	9	18	9	5	8	34	19	12,5[2]

[1] Cifras entre paréntesis: valores recomendados; [2] en competiciones nacionales, basta con 7 m; [3] si hay graderías junto a la pista es preferible 2 m; [4] superficie adicional necesaria para la mesa de cronometradores y banquillo de suplentes (eventualmente en el cuarto de aparatos de deporte); [5] en una zona perimetral de 3,3 m de anchura en torno a la superficie neta de juego, se acepta una reducción uniforme a 5,5 m; [6] en campeonatos nacionales 12 m.

❶ Dimensiones de los campos de deportes para la realización de campeonatos

Tipo de aparato	Total de la zona de juegos sin obstáculos[1] long. × anch. × alt. en m	Distancia de seguridad[2] en m			
		a los lados	por delante	por detrás	entre sí
Ejercicios de gimnasia	14 × 14 × 4,5	-	-	-	-
Caballo	4 × 4 × 4,5	-	-	-	-
Potro	36[3] × 2 × 5,5	-	-	-	-
Anillas[4]	8 × 6 × 5,5	-	-	-	-
Barras paralelas	6 × 9,5 × 4,5	4,5[5][6]	4[5]	3[5]	4,5
Barra fija	12 × 6 × 7,5[7]	1,5	6	6	-
Barras asimétricas	12 × 6 × 5,5	1,5	6	6	-
Barra de equilibrio	12 × 6 × 4,5	-	-	-	-
Anillas móviles[4]	18 × 4 × 5,5	1,5[5] (2) A	10,5[5] (7,5) A	7,5[5]	1,5[5]
Cuerda (para trepar)	-	1,5	4,5 (4) A	4,5 (4) A	1,5 (0,8) A
Pelota suspendida	-	4,5[5]	4,5[5]	4,5[5]	7
Espalderas	-		4,5[5][6]	4,5	4,5

[1] para el deporte de competición; [2] para el deporte escolar y de mantenimiento (entre aparatos fijos y paredes u otros aparatos fijos); [3] longitud de la carrera de impulsión: 25 m, longitud del aparato 2 m, longitud de la carrera de salida: 9 m; [4] separación entre ejes de las cuerdas 0,5 m; [5] medido respectivamente desde el eje del poste del aparato, desde su altura o del extremo de la barra o eje de la cuerda; [6] se puede reducir a 4 m respecto a las paredes y a 3,5 m respecto a las cortinas; [7] para campeonatos nacionales basta con una altura de 7 m; A = Austria

❷ Zona sin obstáculos y distancias de seguridad de los aparatos fijos

PABELLONES POLIDEPORTIVOS

DIMENSIONES

Para cada 3 espectadores se necesita una plaza de guardarropa → pág. 349 ❷.

Cada 30 plazas de guardarropía se necesita 1 ml de mostrador de entrega. Número de aparatos sanitarios por espectador: 0,01.

40 % inodoros para mujeres
20 % inodoros para hombres
40 % urinarios para hombres

Espacio necesario por inodoro, incluido un vestíbulo previo: 2,5 m²; espacio necesario para cada urinario, incluido un vestíbulo previo: 1 m².

Taquillas, cafetería, policía bomberos, administración, almacenes, sala de prensa: según necesidades específicas. Almacén de mesas y sillas: 0,05 -0,06 m² por espectador.

Tarimas y otros objetos para el escenario: 0,12 m² por cada m² de escenario.

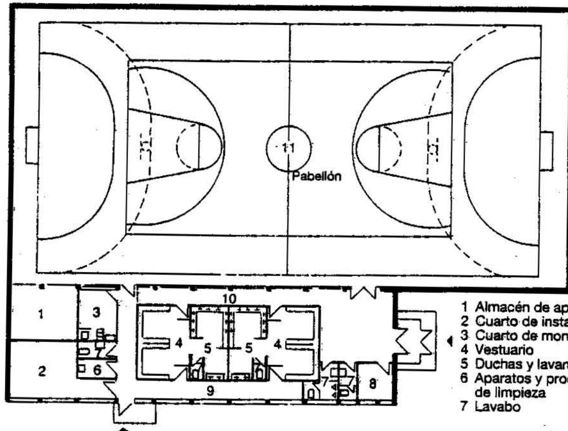
Taquillas: según las necesidades de cada caso.

Aprovisionamiento gastronómico: superficie expendedor automático: 1 × 0,6-0,8 m²
Pequeña cocina: 12-15 m²; 6 m² de despensa

Cafetería/restaurante: de 1,5 a 2,7 m² por plaza: 1-1,5 m² para zona de clientes y 0,5-1,2 m² para cocina y almacenes.

Mostrador autoservicio: 1 m lineal mostrador/ 50 visitantes.

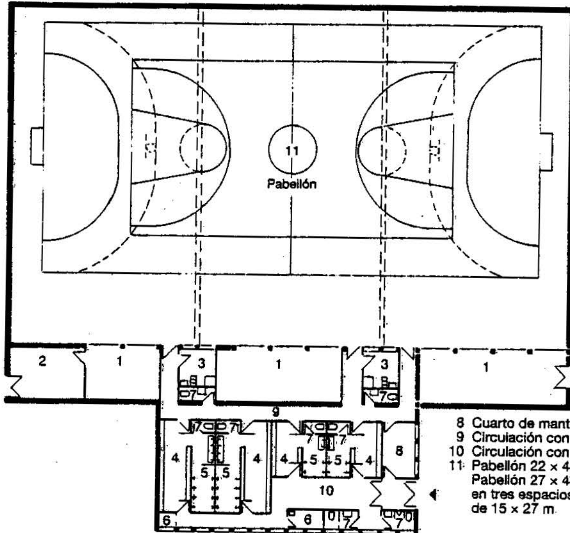
Barra con camareros, cada 100 visitantes: 2 m lineales barra. Pequeño escenario: 100 m². Guardarropa deportistas, sala polivalente entrevistas, clases, conferencias, sala juegos para billar, cartas, etc., sala lectura, pista bolos, según necesidades específicas. Además de cuartos de instalaciones, prever otros para guardar aparatos de deporte y mantenimiento. Cuarto aparatos de deportes al aire libre: 0,3 m² por cada 100 m² superficie útil deporte (superficie neta) = 15 m². Cuarto aparatos mantenimiento: 0,04 m² por 100 m²; superficie bruta = 12 m². Si el mantenimiento se realiza fuera del pabellón, transportando los aparatos, puede prescindirse de este cuarto.



Pabellón
1
2
Sección

1 Almacén de aparatos
2 Cuarto de instalaciones
3 Cuarto de monitores
4 Vestuario
5 Duchas y lavamanos
6 Aparatos y productos de limpieza
7 Lavabo

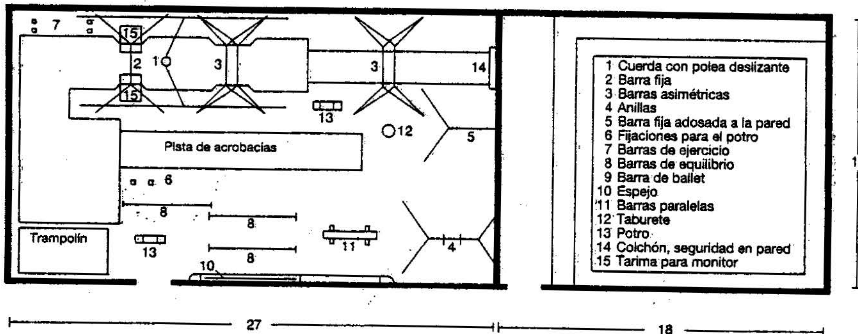
❶ Planta esquemática de la superficie de juego



Pabellón
1
6
4
10
Sección

8 Cuarto de mantenimiento del pabellón
9 Circulación con calzado deportivo
10 Circulación con calzado de calle
11 Pabellón 22 × 44 × 7 m
Pabellón 27 × 45 × 7 m, divisible en tres espacios de enfrentamiento de 15 × 27 m

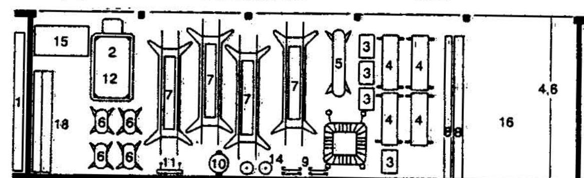
❷ Planta esquemática de un pabellón triple



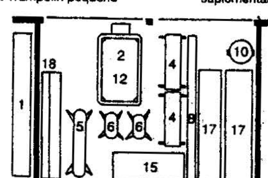
27 — 18

❸ Sala para gimnasia de aparatos de 15 × 27 m, con sala para ejercicios en el suelo 15 × 18 m

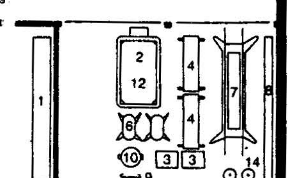
1. Armario de aparatos
2/12. Colchoneta con carrito
3. Plinton pequeño
4. Plinton grande
5. Caballo
6. Potro
7. Barras paralelas
8. Barra de equilibrio
9. Trampolín (muelles)
10. Contenedor de magnesio
11. Barra de pie
12/2. Colchonetas con carrito
13. Trampolín pequeño
14. Postes de salto
15. Colchoneta
16. Sup. para aparatos suplementarios
17. Portería de balonmano
18. Colchoneta blanda



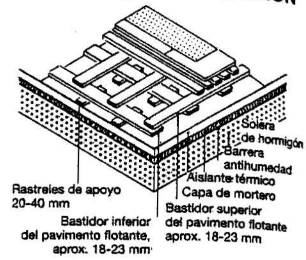
❹ Plano de situación de los aparatos en los almacenes de pabellones polideportivos de 15 × 27 m



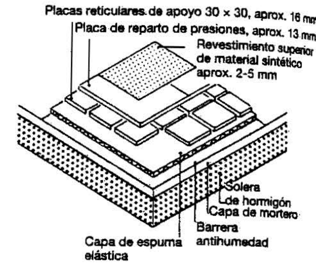
❺ Cuarto de aparatos



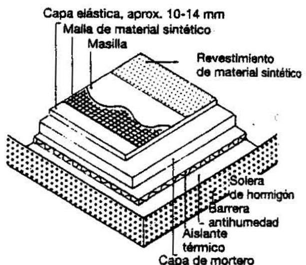
❻ Cuarto de aparatos



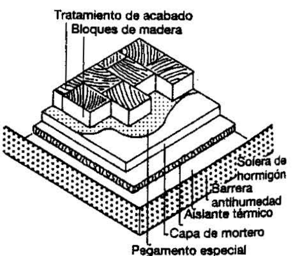
❼ Construcción de un pavimento flotante



❽ Construcción de un pavimento elástico



❾ Construcción de un pavimento puntualmente elástico

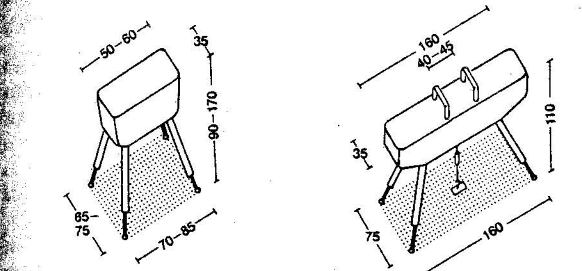


❿ Construcción de un pavimento de bloques de madera

Deportes
Ocio

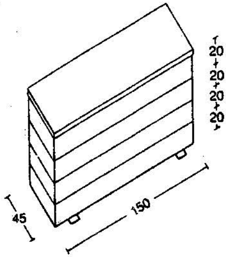
PABELLONES POLIDEPORTIVOS
Dimensiones
Disposición, construcción
Aparatos
Graderías
Ejemplos
Yudo, lucha grecorromana, esgrima, boxeo, badminton
Squash, ping-pong, billar
Gimnasios de mantenimiento
Rocódromos
Boleras

Información: Instituto Federal Alemán para el Deporte, Bonn

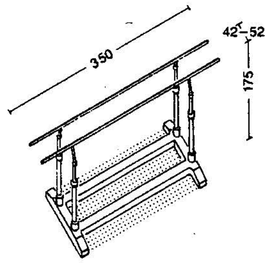


❶ Potro

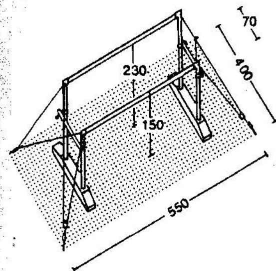
❷ Caballo



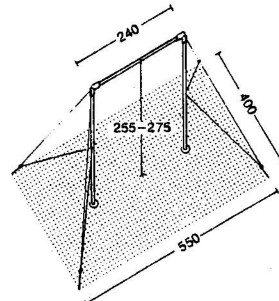
❸ Plinto



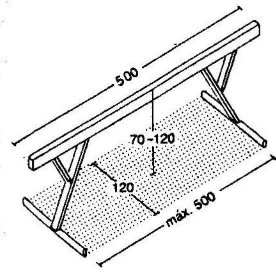
❹ Barras paralelas



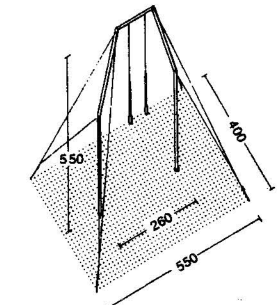
❺ Barras asimétricas



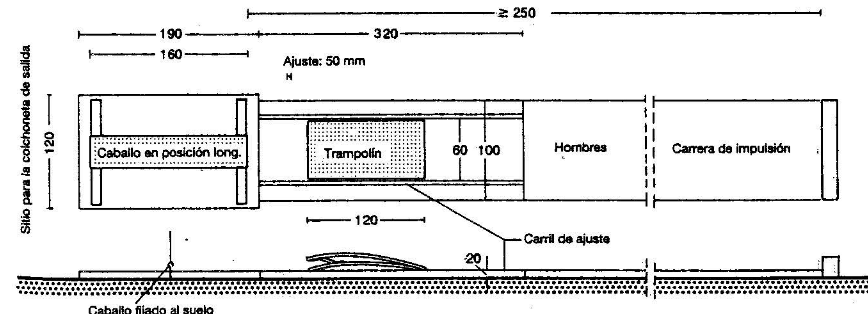
❻ Barra fija



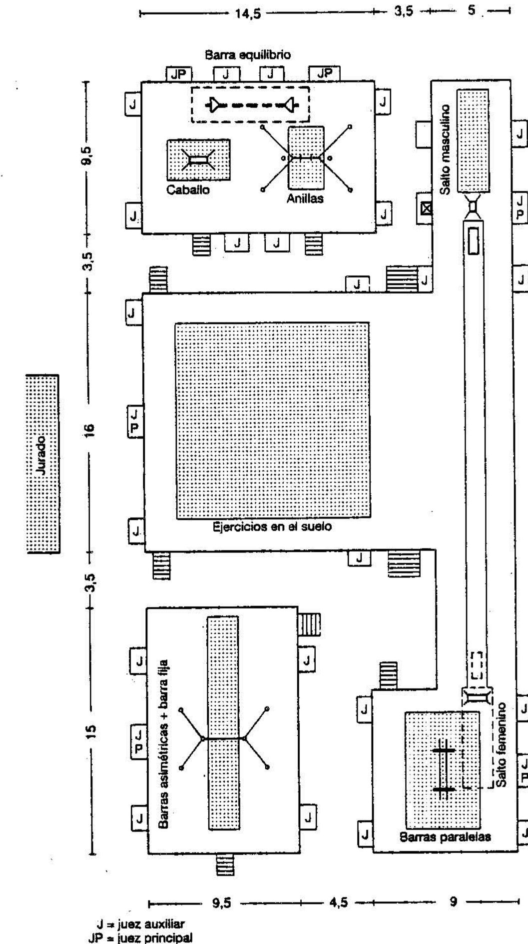
❼ Barra de equilibrio



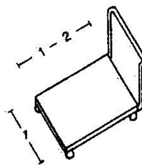
❽ Anillas



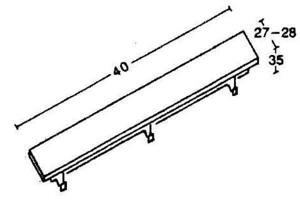
❾ Salto de caballo masculino



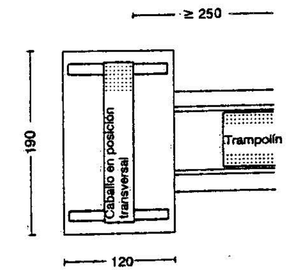
❿ Disposición para campeonato, superficie necesaria, dimensiones de cada una de las zonas, situación de los jueces



⓫ Carrito para colchonetas



⓬ Banco para gimnastas (DIN 7909)



⓭ Salto de caballo femenino

DIN 18032
DIN 18036

GRADERÍAS

Las gradas para los espectadores → ❶ – ❹ pueden consistir en tribunas móviles o fijas. En las instalaciones pequeñas, de hasta 10 filas de asientos, se puede partir de una pendiente lineal de las filas (desnivel entre 28 y 32 cm). En las demás instalaciones debería preverse una pendiente parabólica (altura de los ojos en las plazas sentadas: 1,25 m; en las plazas de pie: 1,65 cm). Desnivel entre las filas de asientos: 15 cm; entre las filas con plazas de pie: 12 cm. Profundidad de las filas de asientos: 80-85 cm → ❷ – ❸; de las filas con plazas de pie: 40-45 cm. Punto de referencia visual: 50 cm por encima de la línea exterior del campo de juego.

Proteger las plazas de espectadores situadas detrás de las porterías con redes, así como las plazas de espectadores situadas en los pisos superiores y en las galerías durante los entrenamientos de deportes de pelota. En la zona de acceso, vestuarios, lavabos, cuarto de monitores, cuartos de deportes adicionales y pista de deporte es recomendable separar la circulación con calzado de calle de la circulación con calzado deportivo → ❾ – ⓬. Se debe poder acceder a las duchas directamente desde el vestuario. Entre la zona húmeda de las duchas y el vestuario se debe disponer una zona de secado. Las zonas de duchas, divisibles en dos unidades, deben estar comunicadas con los dos vestuarios contiguos de manera que desde cada vestuario se pueda acceder a cualquiera de las duchas → ❾ – ⓬. El cuarto de monitores debería estar cerca de los vestuarios. La enfermería o botiquín debería estar al mismo nivel que la pista de juego y puede integrarse en el cuarto de monitores.

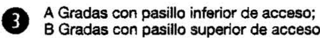
El acceso a las gradas se puede realizar indistintamente desde arriba o desde abajo. El acceso desde la parte inferior resulta más económico (se ahorran escaleras y pasillos). Sin embargo, presenta inconvenientes a la hora de organizar campeonatos, ya que al pie de la gradería coinciden espectadores y deportistas → ❸. Los lados libres se deben proteger con barreras de 1 m de altura como mínimo, medida desde la superficie de circulación.

La forma del techo y de las paredes en el encuentro con las cortinas de separación debe impedir la aparición de puentes acústicos cuando la cortina esté bajada → ❺ – ❽.

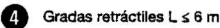


❶ Sección esquemática por las gradas

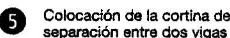
❷ Sección por unas gradas con asientos y pasillo detrás suyo



❸ A Gradas con pasillo inferior de acceso;
B Gradas con pasillo superior de acceso



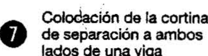
❹ Gradas retráctiles L ≤ 6 m



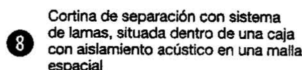
❺ Colocación de la cortina de separación entre dos vigas

❻ Colocación de la cortina de separación a una viga; con cajeado de absorción acústica

* anchura en función de la altura de pabellón y del grosor del material



❼ Colocación de la cortina de separación a ambos lados de una viga

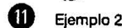


❽ Cortina de separación con sistema de lamas, situada dentro de una caja con aislamiento acústico en una malla espacial

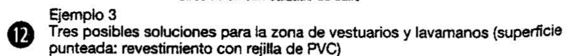


❾ Ejemplo 1

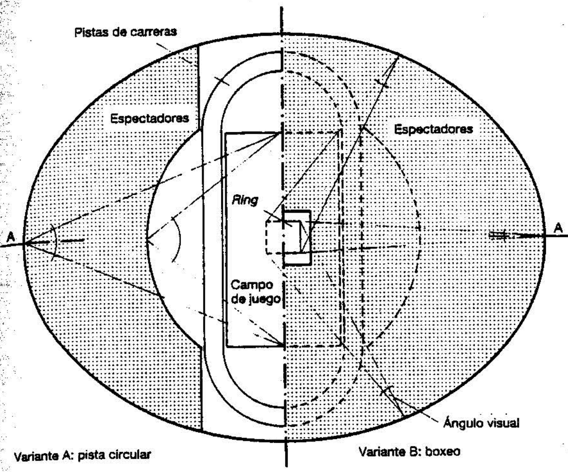
❿ Banco con colgaderas, doble o mural



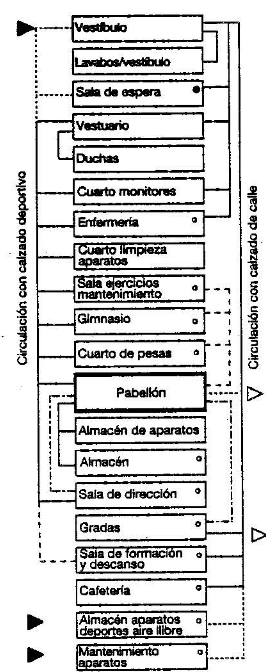
⓫ Ejemplo 2



⓬ Ejemplo 3
Tres posibles soluciones para la zona de vestuarios y lavamanos (superficie punteada: revestimiento con rejilla de PVC)



❶ Organización de los espectadores



❷ Esquema de relaciones entre los diferentes espacios

- ► – acceso directo
- ▷ – recorrido de evacuación
- ——— – acceso principal
- -·-·-·- – relación visual
- - - - – acceso delimitado
- ········ – espacios suplementarios
- • – espacios suplementarios para pabellones subdivisibles
- ○ – espacios e instalaciones suplementarios según necesidades y características locales

→ ❷

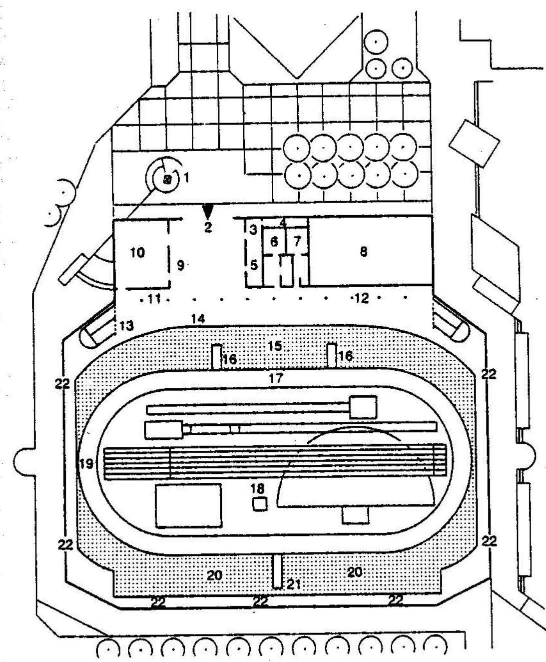
Leyenda → ❸

Planta del nivel de acceso

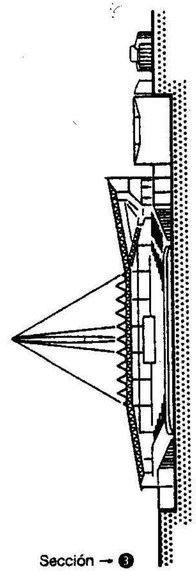
1. Entrada para los deportistas desde la plataforma de circunvalación; 2. Entrada y vestíbulo para los espectadores; 3. Administración; 4. Taquillas; 5. Guardarropa; 6. Lavabos hombres; 7. Lavabos mujeres; 8. Sala de precalentamiento; 9. Información; 10. Sala de formación y descanso; 11. Acceso a planta sótano; 12. Expendedores de bebidas; 13. Acceso a las gradas superiores; 14. Sala de dirección con panel de informaciones; 15. Gradas fijas; 16. Conexión vestuarios/pista de juego; 17. Pista de carreras de 200 m; 18. Pista de juego; 19. Gran panel informativo; 20. Gradas móviles; 21. Marcador; 22. Plataforma de circunvalación con las salidas de emergencia.

Es posible un uso flexible del pabellón → ❸

1. Tenis; 2. Balonmano; 3. Atletismo; 4. Boxeo; 5. Deporte escolar. Mediante cortinas resistentes al impacto de pelotas y redes para impedir el paso de pelotas en los fondos, se puede dividir el espacio interior en cuatro unidades del tamaño de un pabellón de deportes escolar. Con una sala de precalentamiento delante de la zona de entrenamiento y bajo las gradas retráctiles, los grandes pabellones llegan a ofrecer 6 lugares independientes de entrenamiento para uso de escuelas y asociaciones. Así se satisfacen los requisitos para celebrar competiciones internacionales y los necesarios para el entrenamiento de escolares y miembros de asociaciones deportivas locales.



❸ Planta del pabellón Europahalle, Karlsruhe — Arq.: Schmitt, Kasimir, Blanke



Sección → ❸

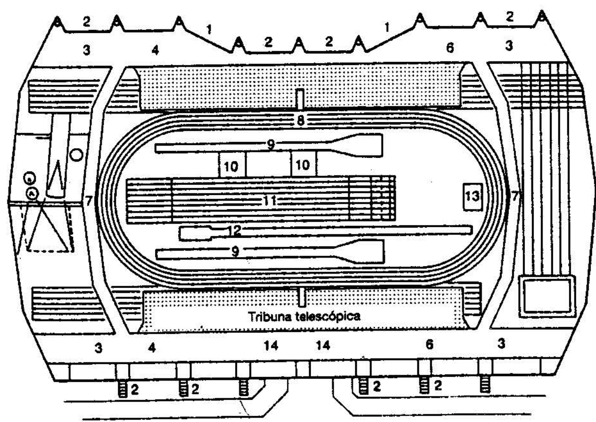
Leyenda → ❸

Planta del nivel de acceso

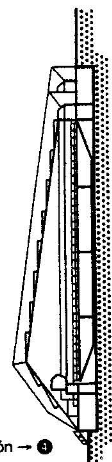
1. Explanada de acceso y taquillas; 2. Salidas/salidas de emergencia; 3. Vestíbulo; 4. Kiosco de bebidas; 5. Teléfono; 6. Escalera a lavabos para espectadores; 7. Paso elevado por encima de pista de juego; 8. Pista de carreras de 200 m; 9. Salto con pértiga; 10. Salto de altura; 11. Pistas carreras de velocidad; 12. Salto de longitud: 13. Lanzamiento pesas: 14. Acceso a la dirección.

Datos técnicos: → ❹

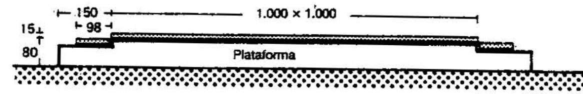
Pista circular para carreras, 200 m de cuerda (campeonatos); pistas lineales para carreras, 130 + 100 m (entrenamiento), lanzamiento de pesas, lanzamiento de disco, salto de altura.



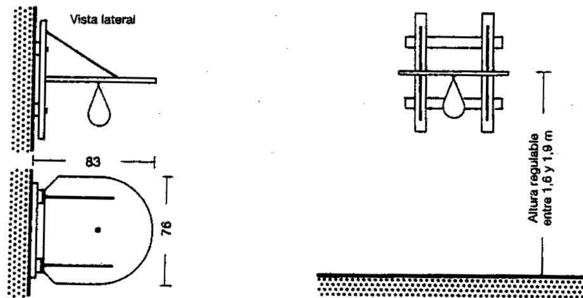
❹ Planta del pabellón de atletismo Dortmund — Proyecto y planteamiento: Oficina municipal de Dortmund



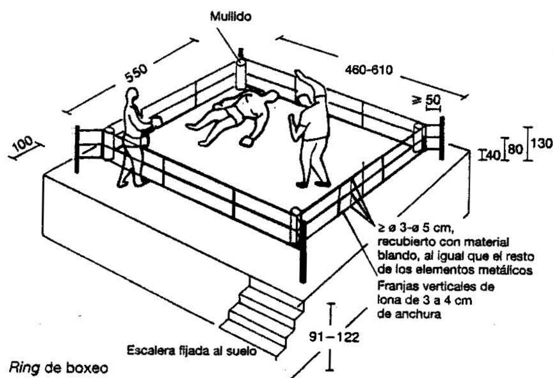
Sección → ❹



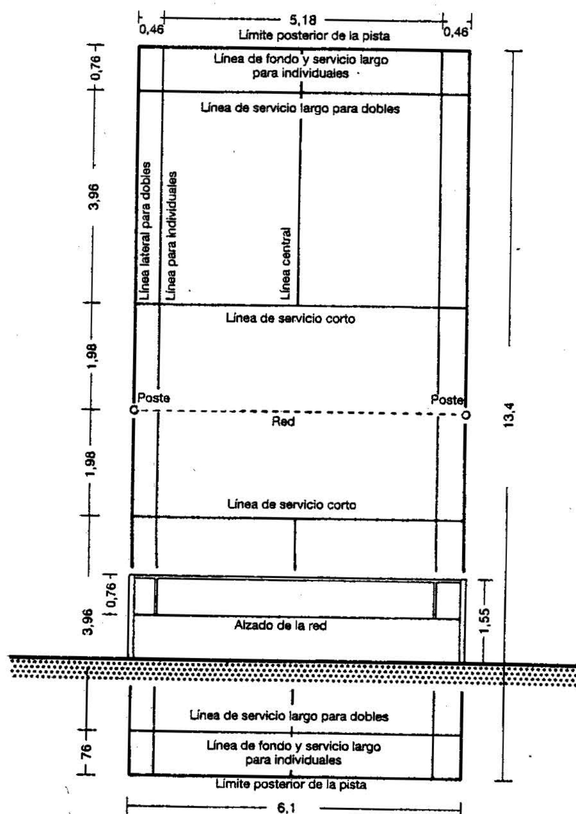
❶ Yudo. Superficie de lucha sobre una plataforma



❷ *Punching-Ball* Vista frontal → ❷



❸ *Ring* de boxeo



❹ Pista de badminton

YUDO

Información: Federación Alemana de Yudo
Superficie de lucha: desde 6 × 6 m hasta 10 × 10 m o ≥ 6 × 12 m, recubierto con una colchoneta elástica. Superficie del cuadrilátero para campeonatos nacionales e internacionales: 10 × 10 m. No se admiten las colchonetas acolchadas. Se debe intentar elevar las colchonetas 15 cm del suelo. La línea de separación entre la superficie de lucha y el perímetro debe ser claramente visible → ❶.

LUCHA GRECORROMANA

Dimensiones del cuadrilátero para campeonatos regionales: 5 × 5 m, para campeonatos nacionales e internacionales: 6 × 6 m, a ser posible: 8 × 8 m, adecuado para campeonatos del mundo y juegos olímpicos. El centro del cuadrilátero se debe señalar con un círculo de 1 m de diámetro y 10 cm de anchura. Grosor de la colchoneta: 10 cm; revestimiento blando. Franja de protección perimetral. A ser posible de 2 m de anchura, en caso contrario, pendiente de 45°. La zona de seguridad debe tener el mismo grosor y características que la colchoneta en una franja de 1,2 m y se debe diferenciar por el color de su superficie. Franja de seguridad en combates nacionales: 1 m de anchura. Altura de la plataforma: ≤ 1,1 m; sin postes ni cuerdas en las esquinas.

HALTEROFILIA

Información: Federación Alemana de Halterofilia, Egelsbach
Cuadrilátero de 4 × 4 m, a ser posible marcado con tiza sobre una tarima de madera de gran resistencia; pavimento no elástico; puesto fijo para los levantadores de pesos. Diámetro máximo de los discos: 450 mm; peso de los discos para ejercicios con un brazo: 15 kg; peso de los discos para ejercicios con dos brazos: 20 kg.

BOXEO

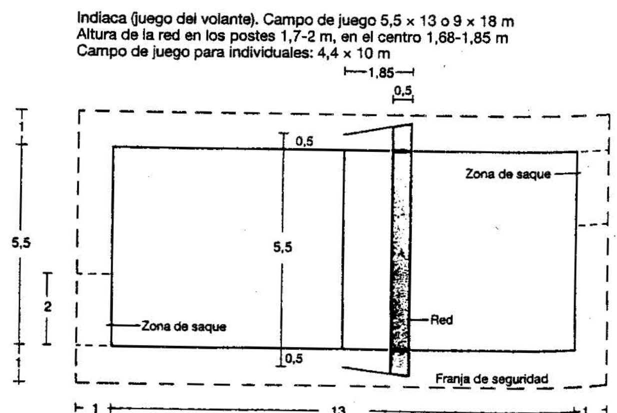
Información: Federación Alemana de Boxeo Amateur
Dimensiones *ring* según reglamento internacional: de 4,9 × 4,9 m a 6,1 × 6,1 m; generalmente suele tener 5,5 × 5,5 m. La plataforma en la que se coloca el *ring* suele tener 1 m más de anchura en todos los lados. Dimensiones de la plataforma: entre 7,5 × 7,5 y 8 × 8 m → ❸.

BADMINTON

Información: Federación Alemana de Badminton
Generalmente se construyen pistas para poder jugar dobles; solo cuando falta espacio se construyen pistas para jugar únicamente partidos individuales.

Separación lateral entre pistas:	≥ 0,3 m
entre pista de juego y límite del campo:	≥ 1,5 m
separación frontal entre pistas:	≥ 1,3 m
franja de seguridad en los lados:	1,25 m
franja de seguridad delante y detrás:	2,5 m

Situar a los espectadores más allá de las franjas de seguridad. Altura de la sala: 8 m para competiciones internacionales, 6 m por encima de los límites posteriores del campo. Altura de la red en los postes: 1,55 m; en el centro: 1,525 m; ancho de la red: 76 cm → ❹. Pavimento ligeramente elástico. Iluminación: a ser posible exclusivamente a través de claraboyas cenitales, sin ventanas laterales para evitar el deslumbramiento, ≥ 300 lux.



❺ Pista de Indiaca

Deportes Ocio

PABELLONES POLIDEPORTIVOS

Dimensiones
Disposición, construcción
Aparatos
Graderías
Ejemplos
Yudo, lucha grecorromana, halterofilia, boxeo, badminton
Squash, ping-pong, billar
Gimnasios de mantenimiento
Rocódromos
Boleras

DIN 18032
EN 12572

PABELLONES POLIDEPORTIVOS

SQUASH

Información: Federación Alemana de Squash, Hamburgo

Sistema usual de construcción para pistas de squash: paredes macizas revestidas con revoco especial, piezas prefabricadas de hormigón, entramados de madera con placas de revestimiento. También existen pistas de squash desmontables.
Dimensiones en planta: 9,745 × 6,4 m. **Altura**: 6 m. Cerramiento posterior de vidrio para permitir la visión desde fuera.
Suelo: ligeramente elástico de madera clara (arce o haya). Colocación de las tablillas de madera en paralelo a las paredes laterales. Es conveniente colocar tablillas machihembradas de 25 mm de grosor y dar una capa de sellado; ejecución del entarimado de acuerdo con la norma DIN 280, partes 3.0, 4.0 y 5.0.
Paredes: revoco especial liso y pintado de color blanco. Zócalo en la pared anterior de plancha metálica de 2,6 mm de grosor o de madera contrachapada revestida con plancha metálica pintada de color blanco → ❶ – ❸.

PING-PONG

Información: Federación Alemana de Ping-pong, Fráncfort

Campeonatos solo en locales cerrados
Superficie de la mesa horizontal, de color verde mate con líneas de delimitación blancas: 152,5 × 274 cm
Altura de la mesa: 76 cm
Grosor de la mesa: ≥ 2,5 cm
Mesas al aire libre "placas de fibrocemento" de 20 mm de grosor.
Dureza de la mesa, para que una pelota normal que caiga desde 30 cm rebote unos 23 cm.
Longitud de la red en el centro del campo 183 cm
Altura de la red en toda su longitud 15,25 cm
Campo de juego (delimitado por paramentos de lona de 60 a 65 cm de altura) ≥ 6 × 12 m, en campeonatos internacionales 7 × 14 m; detrás se sitúan los espectadores → ❹.

BILLAR

Información: Federación Alemana de Billar

Situación de las salas:
En la primera planta o en el sótano, raramente en la planta baja.
Espacio necesario: según el tamaño de la mesa de billar → ❺ – ❽.
para uso privado, generalmente tamaño IV, V y VI
para bares y clubes tamaño IV y V
para salas y academias de billar tamaño I, II y III
Separación entre billares del tipo I y II ≥ 1,7 m
Separación entre billares del tipo III a V ≥ 1,6 m
a la pared se debe dejar una separación algo mayor.
En el lado por el que deben pasar los camareros, o situarse los espectadores, se debe dejar más espacio, además del necesario para sillas, mesas, alimentos y bebidas (→ Restaurantes).
Superficie libre en la pared para soportes de tacos y reglas de juego. Medidas exteriores de un soporte para 12 tacos: 150 × 75 cm.
Iluminación: a ser posible, pequeñas luminarias con una distribución homogénea de la luz encima de la mesa.
Altura usual de las fuentes de luz desde la mesa: 80 cm



❶ Detalle de la pared frontal
❷ Detalle de las paredes laterales



❸ Dimensiones de una pista de squash

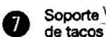


❹ Dimensiones de sala y mesa de ping-pong



❺ Dimensiones de una mesa de billar y separación mínima entre mesas


❻ Armario de bolas



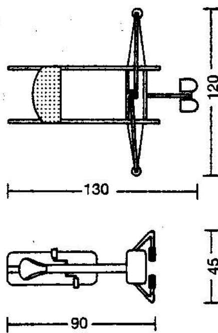
❼ Soporte de tacos



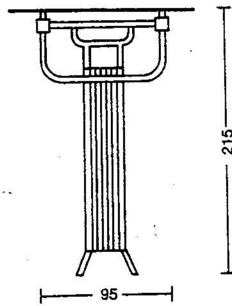
Dimensiones usuales de mesas billar (cm)		I	II	III	IV	V	VI
Medidas interiores (superficie juego)	A	285×142^5	230 × 115	220 × 110	220 × 100	200 × 100	190 × 95
Medidas exteriores	B	310×167^5	255 × 140	245 × 135	225 × 125	225 × 125	215 × 120
Medidas del local		575×432^5	520 × 405	510 × 400	500 × 395	490 × 390	480 × 385
Peso en kg		800	600	550	500	450	350

❽ Dimensiones usuales de las mesas de billar

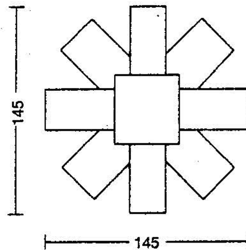
Información: Instituto Federal Alemán para el Deporte, Bonn



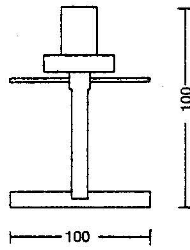
❶ Aparato de remo y bicicleta estática



❷ Tabla para abdominales con asa de tracción y espaldera



❸ Aparato universal de ejercicios



❹ Aparato de tracciones

Zona	Aparatos o equipo	Ejercicios	Aptitud o capacidad motora	Objetivo del entrenamiento
A	Est. generales de entrenamiento	Una articulación	Fuerza Movilidad	Mantenimiento Puesta a punto
B	Est. especiales de entrenamiento	Varias articulaciones	Fuerza Velocidad	Mantenimiento Puesta a punto
C	Levantam. pesas (con multipress o trapecio isomét.)	Varias articulaciones	Fuerza Velocidad Coordinación	Puesta a punto
D	Peq. aparatos convencionales	Una y varias articulaciones	Fuerza Coordinación	Mantenimiento
E	Aparatos especiales de entren., así como superficie libre para precalent. (ej. de gimn., etc.)	Varias articulaciones Una y varias articulaciones	Resistencia Coordinación Movilidad Coordinación	Mantenimiento Puesta a punto Mantenimiento Puesta a punto

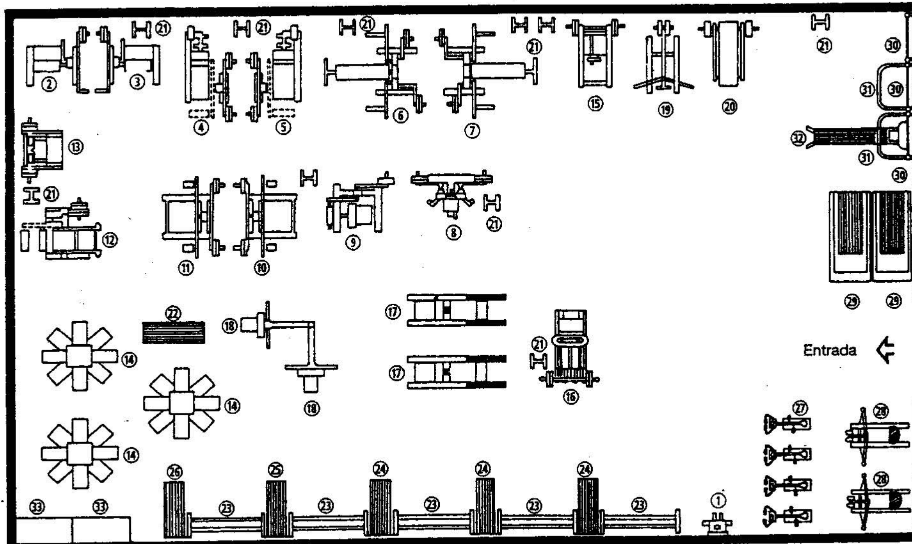
❺ Ordenación de los aparatos en zonas

Zona	Sala de mantenimiento			Listado de aparatos
	40 m²	80 m²	200 m²	
A			1	1 Patinete de mano
		2/3*	2	2 Estación de bíceps
			3	3 Estación de tríceps
		4/5*	4	4 Máquina *pull-over* I
			5	5 Máquina *pull-over* II
		6/7*	6	6 Máquina *latissimus* I
			7	7 Máquina *latissimus* II
		8	8	8 Estación de pectorales
		9	9	9 Estación de torsales
		10/11*	10	10 Estación de caderas I
			11	11 Estación de caderas II
		12	12	12 Estación de piernas
		13	13	13 Estación de pies
	14 (2x)		14 (3x)	14 Centro de ejercicios universal
B			20	20 Aparato de compresiones I
			23	23 Aparato de presión en las piernas
		25	25 (2x)	25 Estación de abdominales
		26	26 (2x)	26 Aparato de tracciones I
			27	27 Aparato de tracciones II
			33	33 Pesa de suelo-*latissimus*
C		43 (4x)	43 (10x)	43 Pequeño soporte de discos **
	46 (2x)	46 (2x)	46	46 Banco de entrenamiento
D	50	50	50 (3x)	50 Pesa de mano
	51	51	51 (3x)	51 Pesas cortas
	52	52	52 (5x)	52 Soporte pequeño de pesas**
			53	53 Barra de pesos de entrenamiento
		56		56 Banco de compresiones
		57	57 (3x)	57 Banco inclinado I
		58		58 Banco inclinado II
			59	59 Banco *allround*
		60	60	60 Banco de entrenamiento universal
		61		61 Pesas compactadas
		62		62 Soporte de pesas**
E	70 (3x)	70	70 (4x)	70 Bicicleta estática
	71 (2x)	71 (3x)	71 (2x)	71 Aparato de remo
	72		72 (2x)	72 Cinta para correr
	73	73 (2x)	73 (3x)	73 Espalderas
	74	74 (2x)	74 (2x)	74 Asa ejercicios tracción
	75	75	75	75 Plancha para abdominales
		78		78 *Puching-ball*
	79 (2x)	79 (2x)	79 (3x)	79 Extensor-contractor
	80 (2x)	80 (2x)	80 (2x)	80 Cuerda para saltar
	81 (2x)	81 (2x)	81 (3x)	81 Cinta *deuser*
	82 (2x)	82 (2x)	82 (3x)	82 Pesas de dedos
	83 (2x)	83 (2x)	83 (3x)	83 Aparato Ball
		85 (2x)	85 (3x)	85 Pesas de agua
	89	89	89 (2x)	89 Armario de aparatos

* Los aparatos 2 y 3, 4 y 5, así como el 6, 7 10 y 11 se pueden utilizar para dos aplicaciones según varios fabricantes

** En las ilustraciones 2 a 8 se han representado los soportes necesarios para las pesas, pesas de mano, pesas cortas y compactadas. En el mercado se pueden encontrar con formas muy diferentes y, por lo tanto, deberían concordar en cada caso con el número de pesas y discos a colocar

❼ Propuestas de equipamiento para salas de mantenimiento



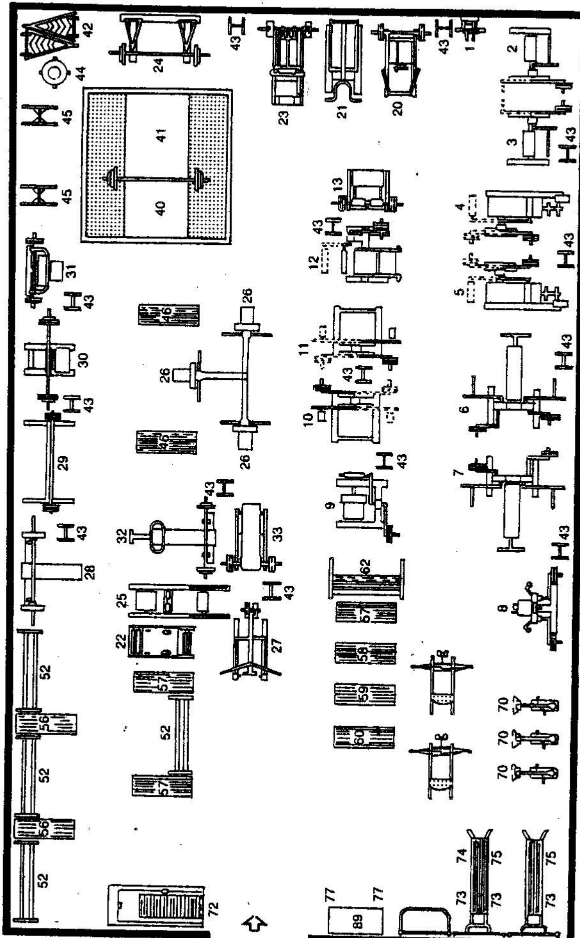
① Patinete de mano
② Estación de bíceps
③ Estación de tríceps
④ Máquina *pull-over* I
⑤ Máquina *pull-over* II
⑥ Máquina *latissimus* I
⑦ Máquina *latissimus* II
⑧ Estación de pectorales
⑨ Estación de torsales
⑩ Estación de caderas I
⑪ Estación de caderas II
⑫ Estación de piernas
⑬ Estación de pies
⑭ Centro de ejercicios universal
⑮ Aparato de compresiones I
⑯ Aparato de presión en las piernas
⑰ Estación de abdominales
⑱ Aparato de tracciones I
⑲ Aparato de tracciones II
⑳ Pesa de suelo-*latissimus*
㉑ Pequeño soporte de discos
㉒ Banco de entrenamiento
㉓ Espalderas
㉔ Banco inclinado I
㉕ Banco *allround*
㉖ Banco de entrenamiento universal
㉗ Bicicleta estática
㉘ Aparato de remo
㉙ Cinta para correr
㉚ Espaldera
㉛ Asa ejercicios tracción
㉜ Plancha para abdominales
㉝ Armario de aparatos

❻ Ejemplo de una sola sala de mantenimiento de aprox. 200 m²

Zona	Nº de aparato	Nombre del aparato	Movimiento	Superficie en cm
	1	Patinete de mano	Flexión y estiramiento manos	60/ 30
	2	Estación de bíceps	Flexión de brazos	135/135
	3	Estación de tríceps	Estiramiento de brazos	135/135
	4	Máquina *pull-over* I	Levantar los brazos por delante del cuerpo	190/110
	5	Máquina *pull-over* II	Bajar los brazos por delante del cuerpo	190/110
	6	Máquina *latissimus* I	Bajar y subir los brazos al lado del cuerpo	200/120
A	7	Máquina *latissimus* II	Extender y alargar los brazos por delante del cuerpo	200/120
	8	Estación de pectorales	Juntar brazos delante cuerpo	165/100
	9	Estación de torsales	Estiram. y flexiones torso	135/125
	10	Estación de caderas I	Levantar y bajar las piernas	175/125
	11	Estación de caderas II	Extender y encoger las piernas	175/125
	12	Estación de piernas	Flexionar y estirar las piernas	125/155
	13	Estación de pies	Flexionar y estirar los pies	140/ 80
	14	Multicentro de ejercicios	Dif. mov. básicos de piernas y articulaciones	Diversas
	20	Aparato compresiones I	Estirar horiz. brazos (de pie)	120/140
	21	Aparato compresiones II	Estirar brazos en vertical y/o entren. de pantorrillas de pie	70/160
	22	Aparato *Hackenschmidt*	Estirar las piernas sobre una superficie inclinada	90/140
	23	Aparato de presión en las piernas	Estirar las piernas en horizontal (sentados)	120/160
	24	Aparato flexiones rodilla (con disp. para discos)	Estirar las piernas en vertical (de pie)	200/ 90
	25	Estación abdominales	Dif. ejerc. abdominales y para músculos espalda	65/200
	26	Aparato de tracciones I	Dif. movim. básicos de una y varias articulaciones	100/140
B	27	Aparato de tracciones II	Flex. y estiram. de brazos verticales (colg. o apoyados)	120/155
	28	Banco compresiones I	Estiramientos de brazos en vertical (tumbado)	200/120
	29	Aparato de pesas (máquina multipress)	Compresiones tumbado, flexiones de rodilla Compresiones de pie y ejerc. de tracción (todos con pesas en guías)	200/100
	30	Banco compresiones II (banco incl. pesas largas)	Compr. banco inclinado (estando sentado)	185/100
	31	Banco *curl*	flexiones de brazos	150/ 70
	32	Banco compresiones III	Compresiones en banco (espalda inclinada hacia abajo)	160/170
	33	Pesa de suelo-*latissimus*	Flexiones de brazos, doblándolos delante del torso	120/130
	40	Plataforma con incrustaciones caucho para levantar pesas	Todos los ejercicios libres (levantam. con flexión rodillas, arrancada, dos tiempos)	300/300
	41	Barra de pesas para entrenamiento		200
	42	Gran soporte de discos		50/100
	43	Pequeño soporte discos		30/ 30
	44	Contenedor de magnesio		0/ 38
	45	Soporte para flexiones de rodilla (acolchada)		cada uno 35/70
C	46	Banco de entrenamiento		40/120
	47	Discos macizos caucho (10; 15; 20; 25 kg)		
	48	Discos con borde de caucho vulcanizado (15; 2; 25 kg)		
	49	Discos de fundición (1,25; 2,50; 5; 10; 25; 50 kg)		
	50	Pesa de mano (1; 2; 3; 4; 5; 6; 8; 10 kg)	Diferentes ejercicios con 1 y varias articulaciones, pesas de mano, compactas y largas	
	51	Pesas cortas (2,5; 5; 7,5; etc. – 30 kg		
	52	Soporte pequeño pesas		140/130
	53	Barra pesos entrenam.		185
	54	Barra de flexiones de rodilla (acolchada)		200
	55	Barra *curl*		140
D	56	Banco de compresiones (regulable)		40/120
	57	Banco inclinado I		40/120
	58	Banco inclinado II		40/120
	59	Banco *allround*		40/120
	60	Banco de entrenamiento universal (12 posiciones)		
	61	Pesas compac. (2-60 kg)		
	62	Soporte de pesas		145/ 80

❶ Listado de los aparatos para los ejercicios de mantenimiento y puesta a punto

Dimensiones de salas para 40-45 personas mín. 200 m² → ❷. Altura libre para todos los espacios 3 m. Una disposición óptima de los aparatos en dos requiere la anchura de salas de gimnasio, por principio 6 m. Longitud de las salas ≤ 15 m, si no se tiene una visión del conjunto en el entrenamiento. La unidad de espacio mínima de 40 m² es apta para 12 usuarios.

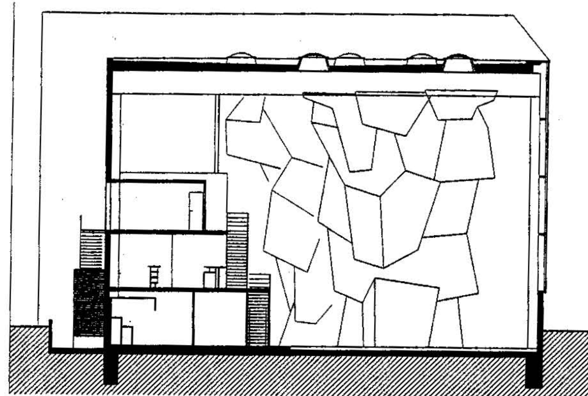


❷ Ejemplo de una sala de mantenimiento de 200 m²

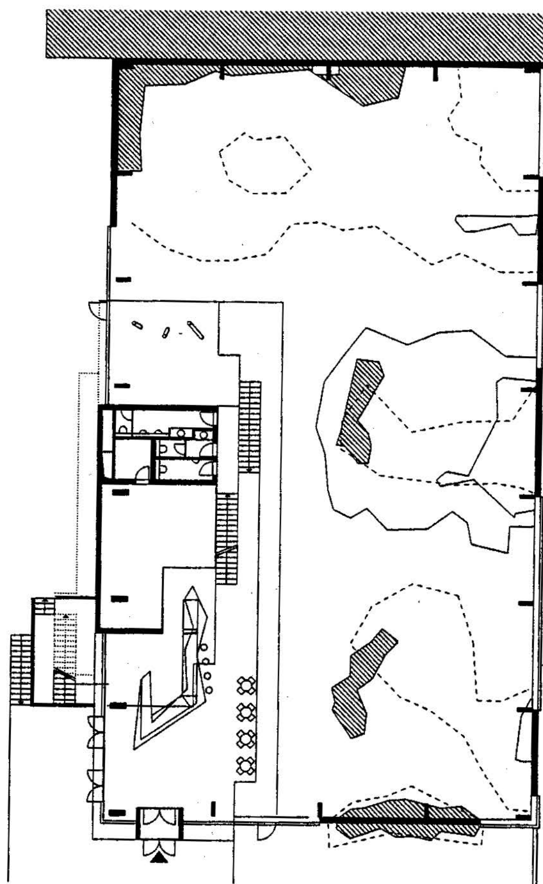
	70	Bicicleta estática	Resistencia coordinación aparatos nº 70 hasta 76 para flexiones de brazos	40/ 90
	71	Aparato de remo		120/140
	72	Cinta para correr		80/190
	73	Espaldera		100/ 15
	74	Asa para ejercicios de tracción		120/120
	75	Plancha de abdominales para colgarse		100/180
	76	Aparato para descargar la columna vertebral		70/150
	77	Aparato para medir la fuerza de salto	movilidad, coordinación, aparatos nº 77 hasta 88	
	78	*Punching-Ball*		
	79	Extensor-contractor		
E	80	Cuerda para saltar		
	81	Cinta *deuser*		
	82	Pesas de dedos		
	83	Aparato Ball		
	84	Pesas esféricas		
	85	Pesas de agua		
	86	Chalecos con pesas		
	87	Bolsas de pesas para brazos/piernas		
	88	Espejo		
	89	Armario de aparatos		50/110

Tipo de construcción	Descripción	Propiedades
Hormigón macizo (encofrado)	Losas de hormigón en disposición compacta con estructuras convexas y cóncavas	Poliédricas angulosas Presas adicionales Es posible el diseño de la superficie
Hormigón proyectado	Mallazo (armaduras) recubierto con hormigón proyectado	Formas orgánicas Las presas se pueden atornillar posteriormente Solo instalaciones al aire libre
Construcción de madera	Los paneles de madera, con o sin recubrimiento, atornillados directamente sobre un muro del edificio o una estructura de soporte	Provista de muchos orificios taladrados Es posible colocar presas sobrepuestas y encastradas Económica
PRFV (plástico reforzado con fibra de vidrio)	Paneles o volúmenes geométricos variados fabricados de PRFV se atornillan directamente sobre un muro del edificio o una estructura de soporte	Superficie que emula la naturaleza Es posible colocar presas atornilladas y encastradas Residuos problemáticos

❶ Tipos de rocódromos [01]



❷ Rocódromo Magic Montain, Berlín, sección   Arqs.: Gantz Weber Architekten



❸ Rocódromo Magic Montain, Berlín, planta baja   Arqs.: Gantz Weber Architekten

Los rocódromos son instalaciones para practicar escalada durante todo el año, independientemente de las condiciones atmosféricas. Las dimensiones y la forma de la nave dependen del concepto que tenga la empresa y del solar (hasta 2.500 m² de superficie cubierta). Resulta razonable la disposición vertical de las funciones de servicio para poder utilizar una gran proporción de la planta para la zona de escalada. El vestíbulo con recepción y caja puede completarse con una cafetería y una tienda de equipos de escalada.

El equipamiento sanitario es análogo al de los gimnasios, y pueden añadirse servicios como baño turco/sauna con zona de descanso y una posible ampliación de zona de gimnasia.

Debe aspirarse a conseguir una gran proporción de iluminación natural (con lucernarios), utilizar iluminación artificial solo de modo indirecto para evitar deslumbramientos (para primeros y segundos de cordada). Los rocódromos tienen que pasar una revisión periódica por un perito y según las recomendaciones del fabricante.

Tipos de rocódromos:

1. La **pared búlder**

Para escalar sin seguros, a una altura que pueda salvarse de un salto. Los escaladores se mueven lateralmente ("travesía") o "blocan" (escalan) vías cortas en ascenso. Puede escalarse sin supervisión. Delante de la pared debe haber una zona compuesta de mantillo de corteza o colchonetas para atenuar los saltos.

2. La **pared *toprope* o piñata**

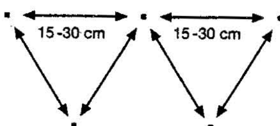
Requiere asegurarse con cuerda debido a la gran altura. Los escaladores suben principalmente en ascensión y son descolgados desde la cima de la pared por el segundo de cordada o destrepan ellos mismos. En este tipo de pared también se puede "blocar" en la zona del arranque, tiene que protegerse contra escalada incontrolada. Hasta una altura de 2,5 m no debe alcanzarse ninguna presa. Si la pared *toprope* o piñata se encuentra en un pabellón deportivo, debe cumplir las reglamentaciones para las actividades deportivas en polideportivos (p. ej., protección contra golpes, DIN 18032, parte 1).

Los rocódromos suelen inspirarse en rocas naturales y su colorido es variable, a menudo adaptado a la identidad corporativa. La altura de las rocas en el ámbito de la escalada deportiva es de hasta 18 m, excepcionalmente hasta 30 m. La ejecución de los rocódromos se lleva a cabo por empresas especializadas y se comercializan sistemas modulares o diseños más libres.

La estructura (acero o madera) autoportante o unida a la construcción de la nave, revestimiento de materiales diferentes → ❶. En estos tipos de rocódromos pueden atornillarse diferentes presas y regletas. Las presas se hacen de una mezcla de resina sintética con arena de cuarzo espolvoreada y se anclan con tornillos de cabeza cilíndrica M 10 en la pared.

Las formas abarcan desde un diámetro de 3 cm hasta el tamaño de una caja de cervezas. Las vías pueden marcarse con diferentes colores, así como las presas. La combinación de varios colores en una vía facilita numerosos itinerarios en la misma zona de la pared. Dependiendo del grupo de usuarios, debería variarse el número de presas por metro cuadrado.

Debe aspirarse a tener zonas diferentes para principiantes y deportistas avanzados, y zonas para niños separadas.



❹ Retícula de presas al tresbolillo (o en cuadrado) [01]

a tener en cuenta: DIN 18032, parte 1: pabellones polideportivos: Fundamentos para el proyecto y la ejecución

EN 12572 Estructuras artificiales de escalada - Puntos de protección, requisitos de estabilidad y métodos de ensayo

Nivel	Niños, jóvenes	Adultos Principiantes	Equipamiento normal	Entrenamiento
Presas/m²	8-10	4-8	3-5	>10

❺ Número de presas/m² según grupo de usuarios [01]

Información: Asociación Alemana de Boleras, Berlín

Las boleras están formadas por las siguientes zonas:

1) Zona de impulsión, desde la que se lanza la bola tras unos pocos pasos.
2) Pista de rodadura, por la que avanza la bola.
3) Plataforma de bolos, en la que se recogen los bolos derribados y las bolas.

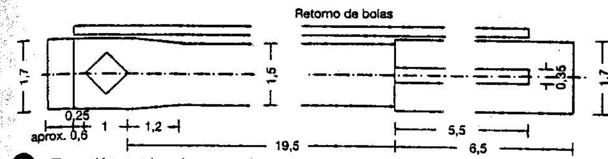
Las **pistas de asfalto** constituyen un tipo especial y plantean requisitos especiales a los jugadores. La pista está formada por una superficie de asfalto o material sintético de 19,5 m de longitud y 1,5 m de anchura (cuando están limitadas lateralmente por bandas) o 1,34 m de anchura (cuando están limitadas lateralmente por canales de recogida) → ❶ - ❹.

Las **pistas de tablas de madera** también se construyen actualmente con materiales sintéticos → ❺. La particularidad de estas pistas es que tienen un desnivel de 10 cm entre el final de la zona de impulsión y el primer bolo. La pista tiene una longitud de 23,5 m, una anchura de 0,35 m y está ligeramente acanalada.

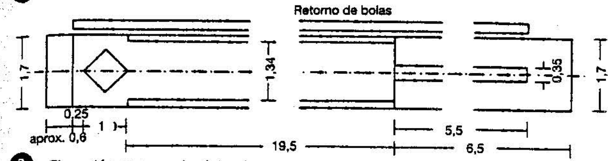
Las **pistas de tijera** se pueden construir también en madera o materiales sintéticos → ❻. La pista de rodadura se ensancha 1,25 m desde los 9,5 m hasta el centro de la plataforma de bolos.

Pista de bowling → ⓬. Zona de impulsión de parqué pulido en toda su anchura (104,1-106,5 cm). Pista de rodadura de parqué pulido o lacado. Bolas de 21,8 cm de diámetro, 7.257 g de peso máximo y tres agujeros para los dedos.

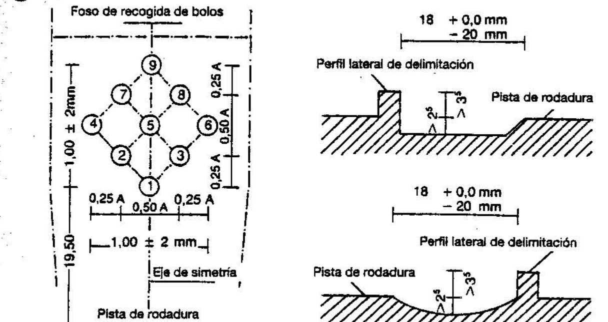
En las pistas de asfalto y de tijeras se emplean bolas de 16 cm de diámetro y de 2.800 a 2.900 g de peso. En las pistas de tablas de madera se emplean bolas de 16,5 cm de diámetro y de 3.050 a 3.150 g de peso. Las bolas se fabrican con material sintético. Bolos de madera muy dura (carpe) o de material sintético. Pin también de madera (recubierto con material sintético) o de material sintético. Tamaño normalizado.



❶ Ejecución con bandas

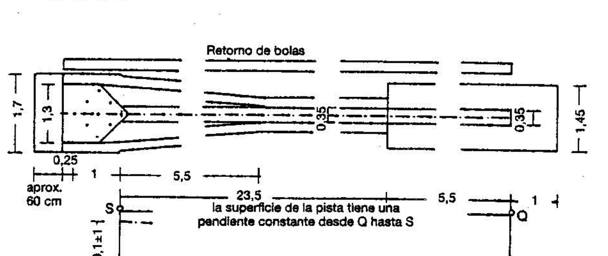


❷ Ejecución con canales laterales

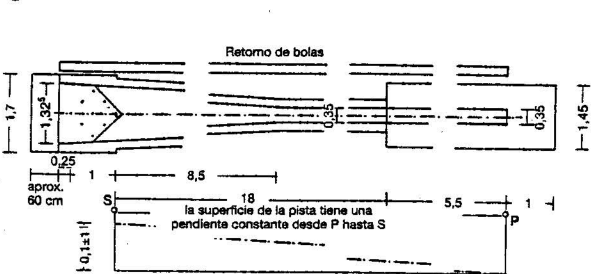


❸ Colocación y denominación de los bolos

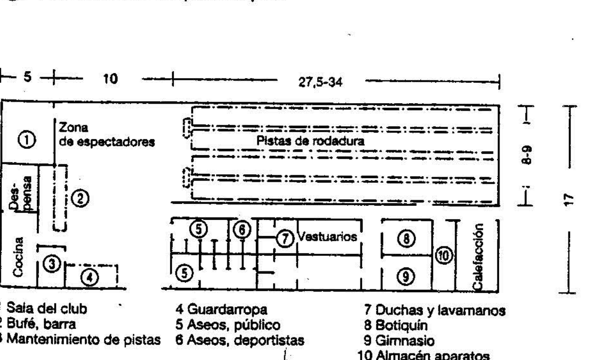
❹ Diferentes formas del canal lateral



❺ Pista de tablones

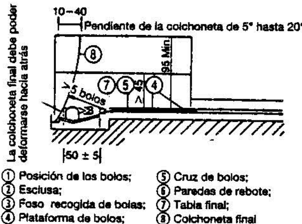


❻ Dimensiones de una pista de tijeras

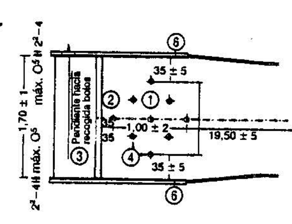


1 Sala del club
2 Bufé, barra
3 Mantenimiento de pistas
4 Guardarropa
5 Aseos, público
6 Aseos, deportistas
7 Duchas y lavamanos
8 Botiquín
9 Gimnasio
10 Almacén aparatos

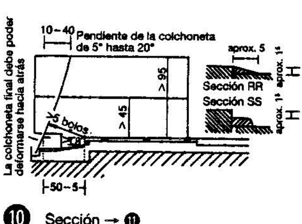
❼ Ejemplo de una bolera



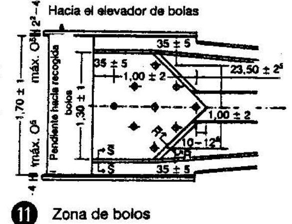
❽ Sección → ❾



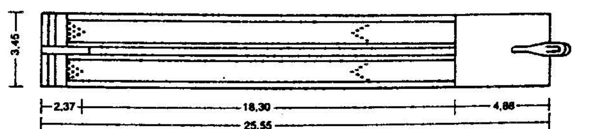
❾ Construcción usual de la plataforma de bolos



❿ Sección → ⓫



⓫ Zona de bolos



⓬ Pista doble de *bowling*

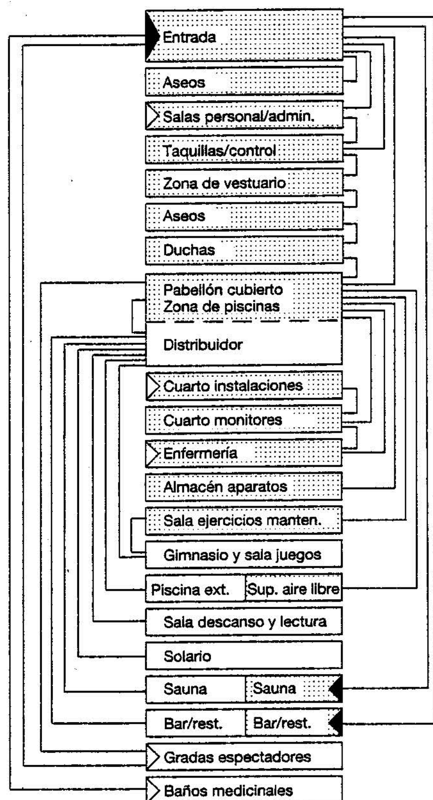
Deportes
Ocio

PABELLONES POLIDEPORTIVOS

Dimensiones
Disposición, construcción
Aparatos
Graderías
Ejemplos
Yudo, lucha grecorromana, halterofilia, boxeo, badminton
Squash, ping-pong, billar
Gimnasios de mantenimiento
Rocódromos
Boleras

PARQUES ACUÁTICOS

PISCINAS CUBIERTAS PÚBLICAS





1 Piscina cubiertas. Esquema de relaciones entre los espacios

El tamaño del pabellón de una piscina cubierta depende del tamaño de la lámina de agua (o de las dimensiones de los vasos y fosos de saltos), las playas o andenes para la circulación, las posibles instalaciones adicionales y las alturas necesarias de los espacios.

Superficie del solar (sin aparcamiento):
Para piscinas cubiertas: 6-8 m² por cada m² de superficie de agua; en las grandes piscinas se aplica un coeficiente menor. Para superficies al aire libre (terrazas, solario, césped para tumbarse) se debe contar con un suplemento del 10-20 % de la superficie calculada.

Superficies para estacionamiento:
Una plaza para automóvil por cada 5-10 taquillas en piscina cubierta. Una plaza para bicicletas por cada cinco taquillas en piscina cubierta. Con graderías: una plaza adicional para automóviles por cada 10-15 plazas para espectadores. Con restauración: una plaza adicional para automóviles por cada 4-8 asientos.

La **superficie total de la lámina de agua** sirve de valor fundamental para el cálculo del programa de espacios de servicio. Para piscinas de recreo deben añadirse las funciones adicionales según las superficies de las láminas de agua.

Atrio ante la entrada: mín. 0,2 m²/m² de superficie de lámina de agua.

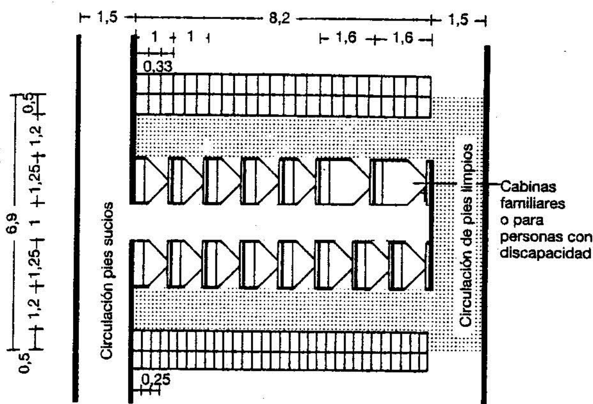
Vestíbulo: superficie en planta 0,15-0,25 m²/m² de superficie de lámina de agua, dependiendo de la dimensión de la piscina y su orientación recreativa. Además se suman 5 m² cortavientos, 5 m² zona de cajas o mostrador o instalación de cajas automáticas, 1,2 m cuarto de limpieza y aseos (un asiento para mujeres y hombres respectivamente).

Los terrenos planos o con una pendiente de 15° como máximo permiten construir piscinas cubiertas a un solo nivel, que es un requisito para la realización de un proyecto óptimo, tanto desde el punto de vista económico como funcional. Los terrenos con una pendiente mayor suelen implicar un coste mayor de las obras e inconvenientes funcionales.

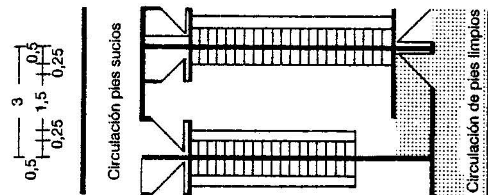
Superficie de la lámina de agua [m²]	Tipos de vasos¹⁾	Ejemplo 1		Ejemplo 2		Ejemplo 3		Trampolines	Superficies del solar sin superficies para estacionamiento [m²]³⁾
		Tamaños del vaso [m o m²]	SLA [m²]	Tamaños del vaso [m o m²]	SLA [m²]	Tamaños del vaso	SLA [m²]		
1	2	3		4		5		6	7
hasta 300	VP VC	10 × 25 aprox. 15	250	-		-		1 T + 3 P	aprox. 2.500
hasta 450	VP VNN VC	10 × 25 8 × 12,5 aprox. 20	250 100 20	10 × 25 8 × 12,5 aprox. 20	250 125 20	12,5 × 25 8 × 12,5 aprox. 20	313 100 20	1T + 3T	entre aprox. 3.000 y 3.500
hasta 600	VP	12,5 × 25	313	12,5 × 25	313	12,5 × 25	313	En VP: 1 T + 3 T o 1 T + 3 T + 1 P	3.500 hasta 4.000
	VNN	8 × 12,5	100	8 × 16,66	133	8 × 12,5	100	+ 3 P + 5 P	
	FS					10,6 × 12,5	133	En FS: 1 T + 1 P comb.	
	VC	aprox. 25	25	aprox. 25	25	aprox. 25	25	+ 3 T + 3 P comb. + 5 P	
hasta 750	VP	12,5 × 25	313	12,5 × 25	313	16,66 × 25	417	En VP y FS:	4.000 hasta 4.500
	VNN	8 × 12,5	100	8 × 16,66	133	8 × 16,66	133	1 T + 1 P comb.	
	FS4)S	10,6 × 12,5	133	10,6 × 12,5	133	12,5 × 11,75	147	+ 3 T + 3 P comb. + 5 P o: 1 T + 3 T	
	VC	aprox. 30	30	aprox. 30	30	aprox. 30	30	+ 1 P + 3 P + 5 P	
hasta 800	VP	16,66 × 25	417	16,66 × 25	417			En VP y FS:	aprox. 5.000
	VNN	8 × 16,66	133	8 × 16,66	133			2 × 1 T, 2 × 3 T	
	FS⁴⁾	12,5 × 11,75	147	16,9 × 11,75	199			1 P + 3 P + 5 P	
	VC	aprox. 35	35	aprox. 35	35			o: 1 T + 3 T + 1 P + 3 P +	

Observaciones:
1) Abreviaturas: VC = vaso de chapoteo; VNN = vaso de recreo no nadadores; VP = vaso polivalente; FS = foso de saltos
Nota: En casos especiales se puede prever un vaso de natación (VN) en lugar de un vaso polivalente (VP)
2) Abreviaturas: T = trampolín; P = plataforma o base; 1 hasta 10 = altura de salto (m)
3) Dimensiones de solar recomendadas
4) Dimensiones considerando medidas singulares relevantes para la seguridad
Dimensiones vaso = anchura vaso (lado de las instalaciones para saltos) × largo del vaso en sentido del salto

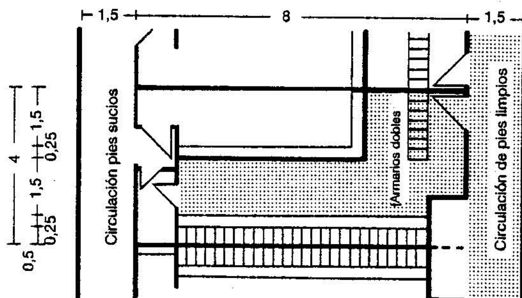
2 Ejemplos de proyecto para piscinas cubiertas (división de las láminas de agua para nadadores y no nadadores, aprox. 2:1)



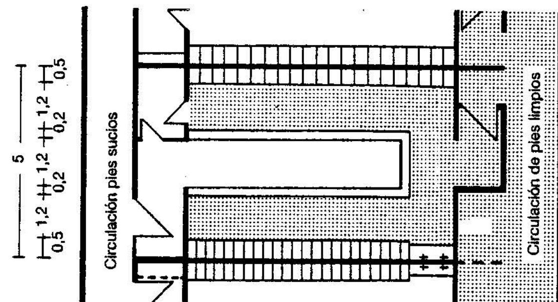
❶ Zona de vestuarios. Cabinas para cambiarse y armarios para guardar la ropa



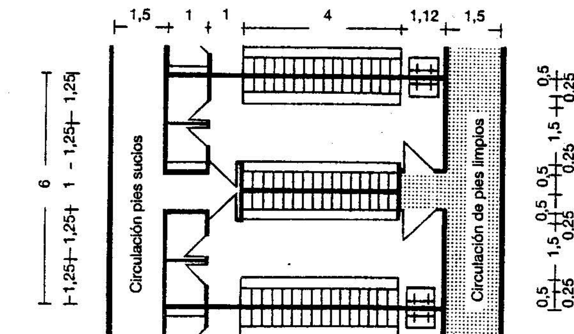
❷ Vestuarios colectivos sin banco



❸ Vestuarios colectivos con banco



❹ Vestuarios colectivos con banco



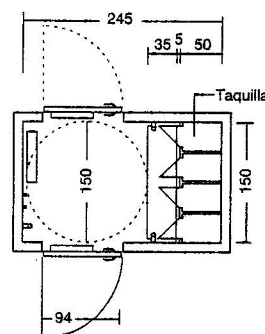
❺ Zona de vestuarios, forma mixta

Zona de vestuarios

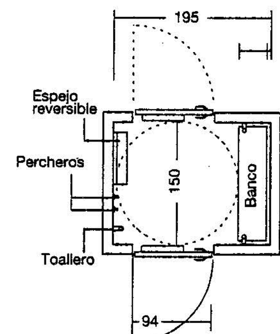
Las dimensiones de la zona de vestuarios se determinan según los metros cuadrados de la lámina de agua. Valores orientativos partiendo de una duración de baño de aprox. 1,5 h:
Número de plazas de guardarropa: 0,3-0,4 m² de superficie de lámina de agua.
Número de plazas de vestuario: 0,08-0,1 m² de superficie de lámina de agua. 40-50 % en forma de cabinas, el resto en bancos en salas colectivas. Proporción plaza vestuario/taquilla 1:4.
Cabinas para familias o personas con discapacidad: 10 % de las cabinas para el cambio de ropa.
Número de vestuarios colectivos: mín. dos; por vestuario colectivo, mín. 30 taquillas.

Dimensiones

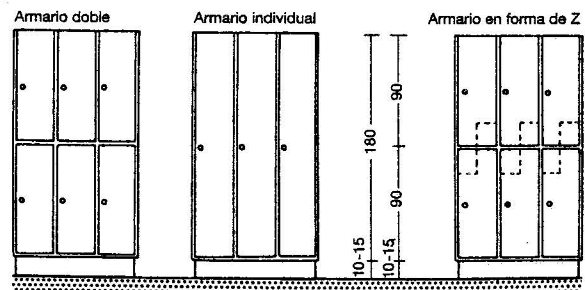
Para las instalaciones de vestuarios están en vigor las siguientes medidas mínimas:
Cabina vestuario: distancia entre ejes 1 m de anchura, 1,25 m de fondo, 2 m de altura.
Cabina familiar: medida interior 1,6 m de anchura, 1,25 m de fondo, 2 m de altura.
Cabina vestuario para personas con discapacidad: medida interior 2,45 m de anchura, 1,5 m de fondo, 2 m de altura, anchura de paso libre de la puerta 0,94 m → ❻ + ❼.
Taquillas → ❽ 0,25 o 0,33 m de anchura (distancia entre ejes), 0,5 m de fondo (medida libre), 1,8 m de altura para taquillas individuales o 0,9 m de altura para taquillas con dos compartimentos.
Las taquillas para discapacitados tienen 0,4 m de anchura y deben ser individuales para guardar en ellas, p. ej., muletas o andadores.
Bancos para vestuarios: de 0,2-0,25 m de fondo de asiento, para discapacitados 0,4 m de fondo de asiento, 0,45 m de altura. Mín. 7,5 m de largo en vestuarios colectivos (uso escolar, mín. 10 m).
Número de **objetos sanitarios por unidad de valor orientativo:** 0,03 plazas para peinarse equipadas con secadores, 0,015 pediluvios para desinfección de pies, 0,015 lavadero escurridor, cuarto para detergentes, 1-2 m² en zona de vestuarios. Altura libre 2,5 m.
Pediluvios desinfectantes (superficie de acción): 0,75 m de anchura, 0,5 m de fondo.



❻ Vestidor para personas en silla de ruedas con taquillas



❼ Vestidor para personas en silla de ruedas sin taquillas



❽ Armarios guardarropa. Diferentes posibilidades

Deportes
Ocio

PARQUES ACUÁTICOS

Piscinas cubiertas públicas
Piscinas al aire libre públicas
Piscinas cubiertas y al aire libre
Piscina cubierta privada

Ordenanza regional alemana sobre la edificación

La **zona de sanitarios** abarca las salas de duchas y los lavabos separados por sexos; debe estar situada entre la zona de vestuarios y la zona de piscinas. Es conveniente disponer la zona de aseos de manera que los usuarios, después de utilizarlos, tengan que volver a cruzar la sala de duchas antes de acceder a la zona de piscinas → ❶ - ❹. No están permitidos los aseos con acceso directo desde la piscina. Es recomendable el acceso directo a los vestuarios después de la estancia en la piscina.

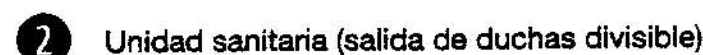
Dimensiones de la zona sanitaria: equipamiento básico mín., una sala de duchas respectivamente para mujeres y hombres con mín. 10 duchas (válido para superficies de lámina de agua de hasta 500 m²). Además se ha de planificar otra ducha más por cada 25 a 50 m² adicionales de superficie de lámina de agua.
En piscinas cubiertas escolares con hasta 150 m² de superficie de lámina de agua basta una sala de duchas divisible con cinco duchas respectivamente para mujeres y hombres → ❷.

Aseos: en el lavabo de mujeres se colocan dos inodoros y en el de hombres un inodoro y dos urinarios → ❶.

Medidas de las superficies de movimiento en baños y duchas:

Ducha sin tabique de separación: (hilera abierta)	0,8 m anchura 0,8 m prof.
Ducha con tabique de separación: (duchas en hilera con protección salpicaduras)	0,95 m anchura 0,8 m prof. 1,45 m altura
Ducha con tabique separación en forma doble T: (con protección visual y contra salpicaduras)	0,8 m anchura 0,95 m anchura 1,4 m prof. 1,45 m altura
Anchura de paso entre dos hileras de duchas:	1,1 m
Inodoro con puerta: (abertura hacia dentro)	0,9 m anchura 1,4 m prof. 2 m altura
Inodoro con puerta: (abertura hacia fuera):	0,9 m anchura 1,2 m prof. 2 m altura
Urinario, medida entre ejes:	0,65 m
Profundidad:	0,4 m
Altura de montaje:	aprox. 0,7 m
Altura de montaje para niños:	aprox. 0,5 m
Lavamanos (medidas entre ejes):	aprox. 0,7 m
Profundidad:	aprox. 0,6 m
Altura montaje	aprox. 0,8 m
Atura libre mínima	2,5 m
Altura recomendada	2,75 m


❶ Unidad sanitaria (ejemplos)


❷ Unidad sanitaria (salida de duchas divisible)


❸ Unidad sanitaria (mujeres)


❹ Unidad sanitaria (hombres)


❺ Zona de ducha (esquema) → ❸


❻ Cabina sanitaria para personas con discapacidad

❼ Disposición de duchas y separaciones

1,35 | 1,35 | 10 | 8 | 1,2 | 0,9 | 12,5 | 16,66 | 0,6 | 0,8

❶ Piscina para no nadadores, plantas y secciones

25 | 12,50 | Línea de rompiente | Nivel máximo del agua | 8 | 9/11 | 1,25/1,35 | 1,8 | Suelo intermedio de altura regulable

❷ Piscina polivalente de 25 m

1/3 longitud piscina | 6 | ≤ 15° | 33 -50 | (21) 16,66 (12,5) | Cuarto de máquinas | Línea de rompiente

❸ Piscina con oleaje

Generador de olas | Punto A

❹ Sección de una piscina con oleaje

❺ Sección de una piscina combinada para nadar y con oleaje

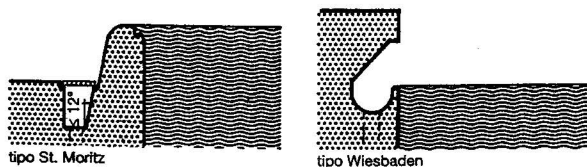
Nivel del agua

❻ Variante: punto A con escaleras

≤ 6 | 1°

❼ Punto B → ❽ (rebosadero finlandés)

≤ 12° | tipo Zúrich | B | ≤ 12° | tipo finlandés



❽ Ejemplos de rebosaderos

Tipos de piscinas y dimensiones

Piscina	Anchura (m)	Longitud (m)	Profundidad agua Observaciones	Sala: mín. altura libre
Piscina de chapoteo	hasta 15	25 m²	0-0,4/0,6	2,5
Piscina no nadadores → ❶	8 10	12,5 16,66	0,6/0,8 hasta máx. 1,35 m	3,2 m
Piscina polivalente → ❷	8 10 12 16,66 21 25	25 50, 25 25/50	para suelos de altura regulable: 0,3-1,8 m en la zona para nadadores: 1,8 m en zona de saltos: profundidad mín. 3,8 + 5,5 (5) m	4 m
Piscina de natación	16,66 21 25	25/50 50 50	mín. 1,80 m	4 m
Piscina de oleaje → ❸	12,5 16,66 21 hasta 25	mín. 33	profundidad extremo inicial: 0 m (si existe peldaño 0,3 m máx.) profundidad extremo final: según uso piscina y manera producir olas	4 m

Anchura circulaciones - Superficies perimetrales uniformes Superficie del agua	Anchura (m)
En la zona de acceso principal a la sala de la piscina:	3
En zona acceso principal entre escalera piscina y pared sala	2,5
En la zona de las bases de salida	3
En la zona de trampolines (detrás de trampolines de 1 m, paso libre de al menos 1,25 m de anchura)	4,5
En la zona de acceso a la piscina de chapoteo:	2
Piscina para no nadadores, lado de la escalera	2,5
Piscina para no nadadores, lado estrecho	2
Entre la piscina de natación, saltos o polivalente y la piscina para no nadadores o la zona para no nadadores de una piscina polivalente	4
Entre la piscina de natación o la zona para nadadores de una piscina polivalente y la piscina de saltos	3
Resto de anchuras para una superficie de agua menor a 300 m²	mín. 1,25
mayor a 300 m².	mín. 1,5

Altura de la sala por encima del bordillo perimetral		2,5
Cuarto monitores	superficie mínima 6 m²	2,5
Enfermería	superficie mínima 8 m²	2,5
Almacén de aparatos	hasta 450 m² de superficie de agua, al menos 15 m²	2,5
	más de 450 m² de superficie de agua, al menos 20 m²	2,5
	sala de descanso para los competidores	2,5
	6 calles de natación = 30 m²; 8 = 50 m², 10 = 70 m²	
	sala de enseñanza y reuniones entre 30 y 60 m²	2,5

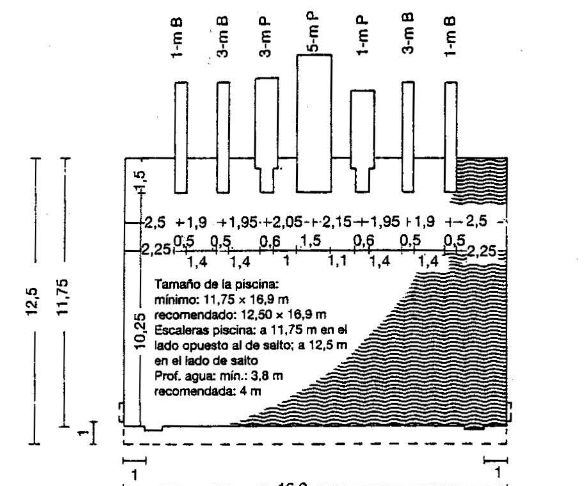
Instalaciones para los espectadores: Gradas: 0,5 plazas sentadas por cada m² de superficie de agua destinada a uso deportivo.
Espacio necesario: para una plaza sentada 0,5 m², incluida la superficie de circulación más cercana.
Guardarropa para espectadores, espacio necesario 0,025 m² por cada m² de superficie de agua destinada a uso deportivo.
Aseos para espectadores. Los aseos en el vestíbulo de entrada (mujeres, 1 inodoro; hombres, 1 inodoro, 1 urinario) son suficientes para 200 espectadores. Para pabellones mayores se necesita 1 aseo más por cada 100 espectadores adicionales. Respetar la proporción (mujeres, 2 inodoros; hombres, 1 inodoro y 2 urinarios).

Puestos de trabajo para la prensa para la televisión: Buena visibilidad de la salida y de la meta (posición elevada); se necesitan entre 5 y 20 plazas y 0,75 × 1,2 m para cada plaza. Se necesitan entre 4 y 6 plazas y 1,2 × 50 m para cada plaza.

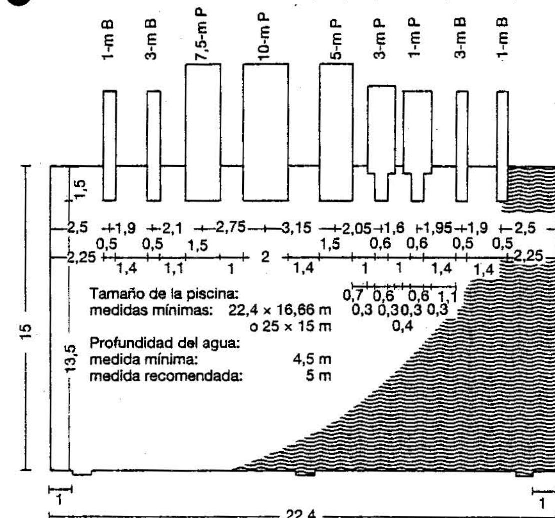
Zona servicios (caf./restaurante): Espacio necesario por expendedor automático. 0,5-0,8 m². Zona clientes, al menos 50 asientos, entre 1 y 2 m² por asiento. Zona de suministro y salas auxiliares (adicionales) en las cafeterías, aprox. el 60 % de la zona de clientes, en los restaurantes aprox. el 100 %, de esta superficie entre el 20 y el 25 % se destina a almacén y cámaras frigoríficas; entre el 15 y el 20 % a despensa y el resto a cocina, antecocina, oficina y sala de descanso.
Aseos, mín. 1 inodoro mujeres, y 1 inodoro y 1 urinario hombres.

Zona de instalaciones
Superficie total destinada a instalaciones (sin contenedor de agua rebosada, almacenes, estación transformadora y estación transmisora de gas) hasta 1 m² por cada m² de sup. de agua prevista; en las grandes piscinas cubiertas se puede reducir hasta un 30 %.

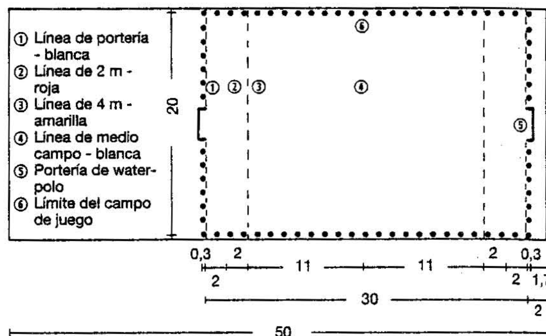
Las **instalaciones de saltos** sirven a deportistas escolares y de competición. Las plataformas son puestos rígidos para saltar desde 1, 3, 5 y 10 m de altura. Los trampolines son puestos elásticos para saltar desde 1 y 3 m de altura. La altura de los puestos para saltar se mide desde el nivel superior del agua. Los trampolines pueden ser de aluminio, madera o material sintético. El acceso al trampolín o a la plataforma se realiza mediante escaleras empinadas. Todas las instalaciones necesarias para los saltos se sitúan en uno de los lados de la piscina → ❶ – ❷. **Temperatura del agua:** entre 24 y 28 °C. Para distinguir bien la superficie de agua es conveniente prever un equipo que produzca pequeñas "ondulaciones" en el agua o "inyectores de agua pulverizada".



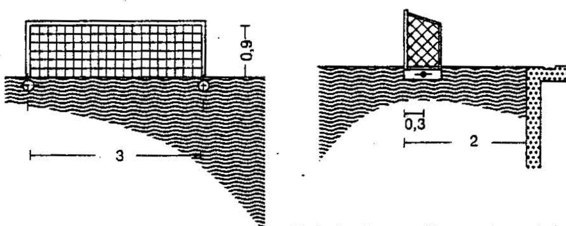
❶ Instalación saltos de 1 a 5 m de altura (completa) B = trampolín; P = plataforma



❷ Instalación para saltos de 1 a 10 m de altura (completa) B = trampolín; P = plataforma

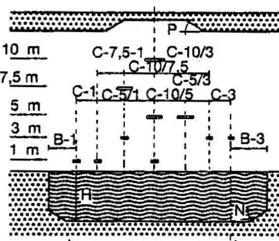


❺ Piscina de waterpolo

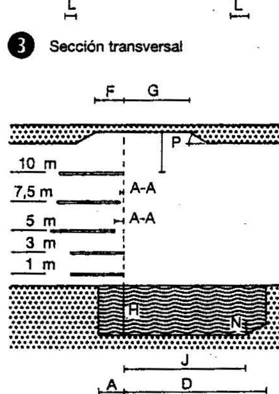


Variante: al menos 70 cm en las porterías suspendidas de piscina de 25 m

❻ Portería waterpolo, según DIN 7936 ❼ Portería waterpolo, según DIN 7936



❸ Sección transversal



❹ Sección longitudinal

	Medidas para instalaciones de saltos	Largo/ ancho	Trampolín altura 1 m 4,8/0,5	Trampolín altura 3 m 4,8/0,5	Plataforma altura 1 m 4,5/0,6	Plataforma altura 3 m 4,5/0,6	Plataforma altura 5 m 4,5/0,6	Plataforma altura 7,5 m 4,5/0,6	Plataforma altura 10 m 4,5/0,6
A	Desde plomada hacia atrás borde piscina	Medida mínima	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
A-A	Desde plomada hacia plataforma atrás a plomada directamente debajo	Medida mínima					1,25	1,25	1,25
B	Desde plomada a borde lateral piscina	Medida mínima	2,5	3,5	2,3	2,8	4,25	4,5	5,25
C	Desde plomada a plomada adyacente	Medida mínima	1,9	1,9	-	-	2,1	2,1, o bien 2,45	3,13, o bien 2,65
D	Desde plomada a pared frontal piscina	Medida mínima	9	10,25	8	9,5	10,25	11	13,5
E	En plomada desde tabla a techo	Medida mínima	5	5	3	3	3	3,2	3,4
F	Espacio libre detrás y a cada lado de plomada	Medida mínima	2,5	2,5	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75
G	Espacio en el cual se ha de guardar la distancia "E" hacia delante desde plomada	Medida mínima	5	5	5	5	5	5	6
H	Profundidad del agua en plomada	Medida mínima	3,4	3,8	3,4	3,4	3,8	4,1	4,5
J	Distancia al frente de plomada	Medida mínima	6	6	5	6	6	8	12
K	Profundidad del agua en distancia a "J"	Medida mínima	3,3	3,7	3,3	3,3	3,7	4	4,25
L	Distancia a ambos lados de plomada	Medida mínima	2,25	3,25	2,05	2,55	3,75	3,75	4,5
M	Profundidad del agua en distancia a L	Medida mínima	3,3	3,7	3,3	3,3	3,7	4	4,25

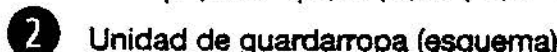
❽ Distancias de seguridad instalaciones de saltos → ❶ – ❼

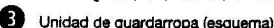
Acogida | Acogida
Zona entrada a cubierto (junto calle)
Taquillas
Zona entrada a cubierto (junto a piscina)
Zona de vestuarios
Duchas
Aseos
Madres y niños
Salas de descanso
Administración
Personal
Sala de asociaciones
Cuarto de monitores
Enfermería
Instalaciones
Depósito y alm. aparatos
Salas de campeonatos
Vivienda del conserje
Superficies para tumbarse
Terraza solario
Superficie de juego
Inst. deportivas y recreo
Pileta paso obligado
Zona juego niños
Zona de chapoteo
Zona de piscinas
Aseos

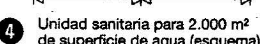
▶ Acceso directo
▷ Ev. acceso directo

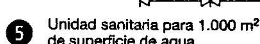
Observación:
La representación gráfica solo reproduce las relaciones internas.
No puede predeterminarse el acceso a cada una de las salas


Esquema de relaciones entre los diferentes espacios


Unidad de guardarropa (esquema)


Unidad de guardarropa (esquema)


Unidad sanitaria para 2.000 m² de superficie de agua (esquema)


Unidad sanitaria para 1.000 m² de superficie de agua

PARQUES ACUÁTICOS

PISCINAS AL AIRE LIBRE PÚBLICAS

Superficie solar: 10-16 m² de la superficie de la lámina de agua proyectada.
Superficies para estacionamiento: un automóvil y dos plazas para bicicletas por cada 200-300 m² de superficie de solar.
Vestíbulo: 150 m² por cada 1.000 m² de superficie de lámina de agua, 50 m² por cada 1.000 m² de superficie de lámina de agua para zonas de entrada cubiertas, incluidas cajas e instalaciones de control de acceso.
Vestuarios: plazas para cambiarse de ropa en cabinas: 0,01 por m² de superficie de lámina de agua, por cada 1.000 m² de superficie de lámina de agua mín. 10 plazas comprendiendo: ocho plazas en cabinas vestuario incluidas dos cabinas para familias y personas con discapacidad y dos protegidas de vistas en el prado para tomar el sol.
Plazas en vestuarios colectivos: según necesidad, mín. dos vestuarios colectivos con cada uno 10 m de banco.
Taquillas y casilleros: 0,1 por cada m² de superficie de lámina de agua, por cada 100 taquillas, 20 casilleros para objetos de valor.
Zona de instalaciones sanitarias: zona padres/niños: 15-25 m².
Duchas: por cada 1.000 m² de superficie de lámina de agua tres duchas de agua caliente para mujeres y para hombres (según necesidad, puede preverse una ducha de agua fría adicional).
Aseos: por cada 1.000 m² de superficie de lámina de agua, cuatro retretes para mujeres, dos para hombres y cuatro urinarios, antesalas con lavabos.
Pediluvios desinfectantes: según las exigencias de las autoridades locales.
Pediluvios y puestos para escurrir prendas mojadas (combinados): cuatro grifos por cada 1.000 m² de superficie de lámina de agua.
Cubiertas para la protección contra la intemperie: por cada 1.000 m² de lámina de agua 100 m² de superficie cubierta.
Espacio de calentamiento y espera: por cada 1.000 unidades de valor orientativo 30-70 m², mín. 50 m².
Locales para personal: hasta 1.500 m² de superficie lámina de agua: hasta 10 m², sobre 1.500 m² de superficie de lámina de agua: hasta 30 m².
Local socorrista: aprox. 10 m².
Enfermería primeros auxilios: aprox. 8 m², en combinación con el local del socorrista: aprox. 14 m².
Almacén y trastero para aparatos: hasta 1.000 m² de superficie de lámina de agua mín. 30 m² (recomendado: 50 m²), más de 1.000 m² de superficie de lámina de agua mín. 50 m² (recomendado 80 m²).
Zona de vasos
Vasos de chapoteo: superficie de lámina de agua de 80 hasta 200 m², Profundidad de agua: 0-0,6 m, se ha de procurar distribución en varios vasos con diferentes profundidades.
Vasos de no nadadores o aprendizaje: superficie lámina de agua: de 600 a 1.500 m², profundidad de agua: de 0,5/0,6 hasta 1,35 m, según el casó, distribución en varios vasos de diferentes profundidades.
Vasos natación: superficie de lámina de agua: de 313 hasta 1.050 m², profundidad de agua: > 1,8 m, dimensiones del vaso según el número de calles.

Calles	Anchura del vaso	Longitud del vaso
5	12,5 m	25 m
6	16,66 m	25 m
6	16,66 m	50 m
8	21 m	50 m
10	25 m	50 m

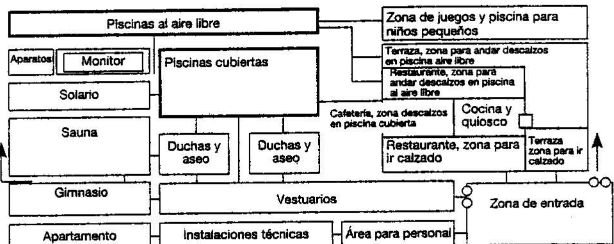
Vasos con oleaje: anchuras de vaso: 12,5, 16,66, 21, 25 m. Longitud del vaso: 50 m, mín. 33 m, profundidad inicial: 0 m, profundidad final: según uso de la piscina y tipo del generador de olas artificiales.
Playas: anchura mínima 2,5 m. En la zona de los accesos y en el lado de las plataformas de salidas, 3 m, en el área de las escaleras de acceso al vaso a la piscina de no nadadores y detrás de toboganes acuáticos 3 m, en el área de las instalaciones de saltos 5 m.
Superficies exteriores: aprox. 60 % de superficie solar, distribuido entre superficies para tomar el sol, campos de juego y zonas de juego infantil.
Proporción superficies para tomar el sol: superficies para juego = 2:1 a 3:1.
Superficies de juego infantil: Zona seca: caja de arena/cubeta de arena 100 a 300 m², parque infantil 300 a 700 m². Zona húmeda: parque de juego acuático 100 a 500 m².

PISCINAS CUBIERTAS Y AL AIRE LIBRE

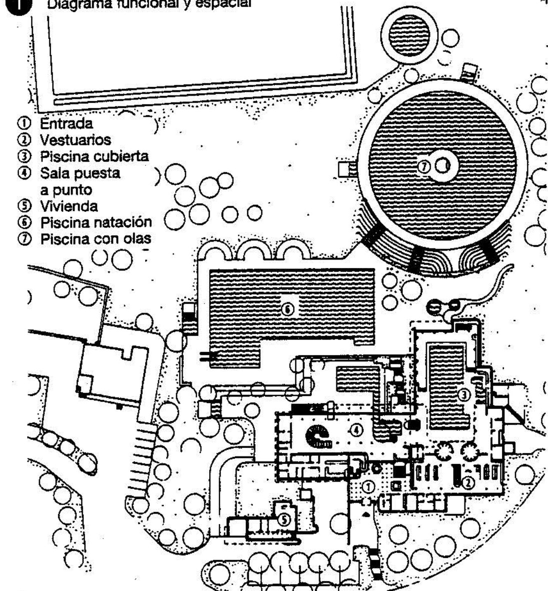
Las **combinaciones de piscinas cubiertas y piscinas al aire libre** permiten, si se organiza adecuadamente el conjunto, una amplia centralización espacial y funcional de las instalaciones, al tiempo que ofrecen mayores posibilidades de uso y, por ello, un mayor valor como equipamiento de ocio.

Cada estación del año requiere un tamaño diferente de superficie de agua interior y exterior. En el funcionamiento es preciso distinguir entre el uso durante el verano, el invierno y los meses de transición. Pueden plantearse los siguientes tipos de funcionamiento: utilización simultánea de la piscina exterior e interior, con el mismo horario, tiempo de baño ilimitado y precio de entrada unitario; utilización independiente de las piscinas interior y exterior, con horarios diferentes, tiempo de baño parcialmente ilimitado (en la piscina al aire libre) y diferentes precios de entrada; utilización diferenciada según la estación del año, por ejemplo, cerrando una parte de la instalación (la piscina cubierta o la descubierta).

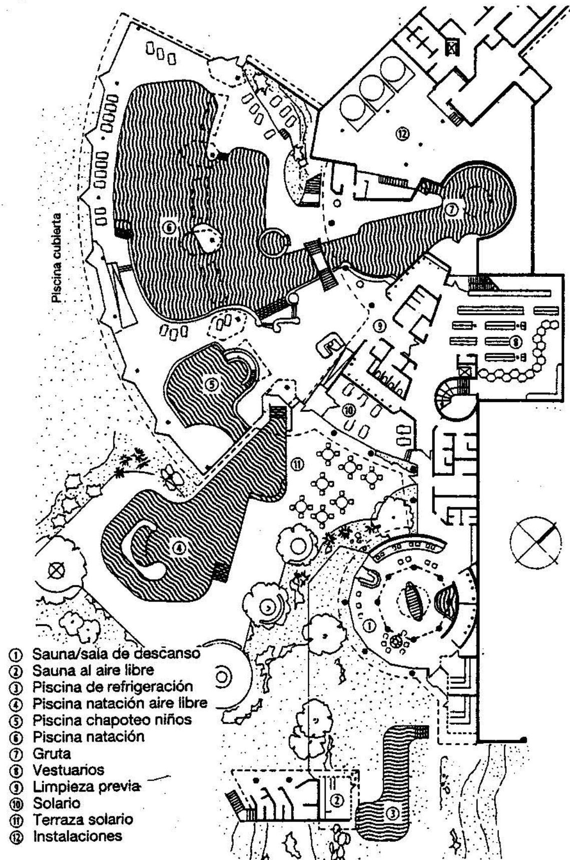
Las combinaciones de piscinas cubiertas y al aire libre quizás puedan realizarse ampliando instalaciones existentes con una parte cubierta o al aire libre. Si en piscinas de obra nueva no pueden construirse las partes cubierta y descubierta en la misma fase, debe redactarse el proyecto para la instalación completa —incluso en el caso de ejecución de una única parte—, incluido el proyecto técnico de instalaciones. De este modo se evita una doble inversión. La primera fase debería comprender siempre la parte de la piscina cubierta.



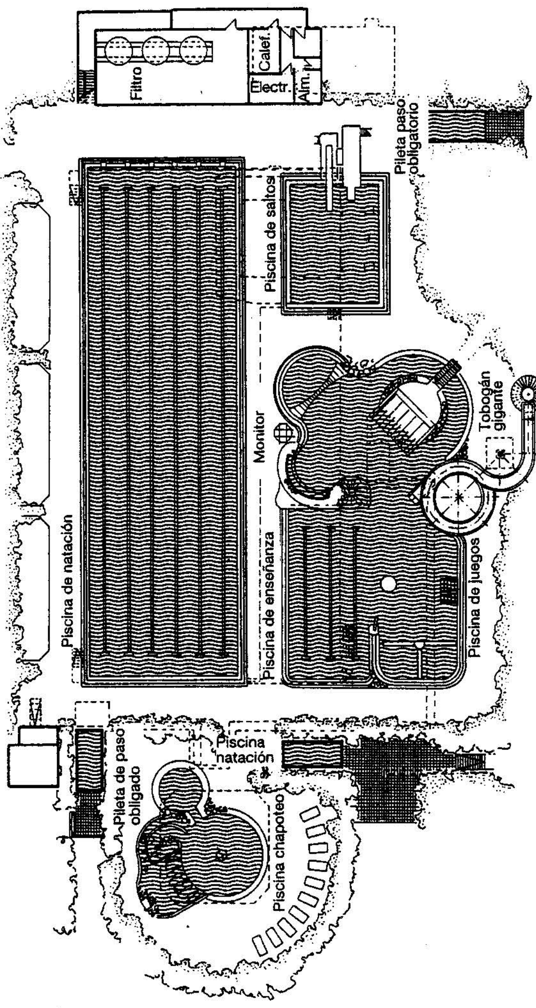
1 Diagrama funcional y espacial



2 El complejo Wellenberg en Oberammergau — Arq.: P. Seifert



3 Complejo de piscinas en Heveney — Arqs.: Aichele, Fiedler, Heller

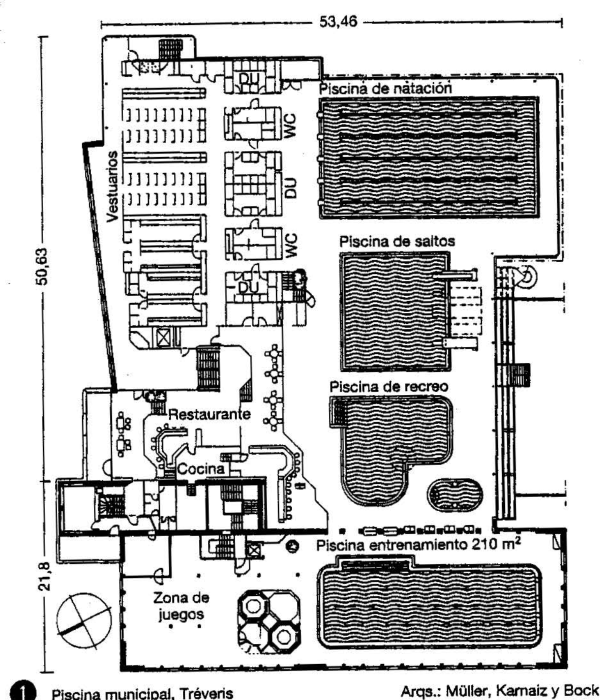


4 Piscinas al aire libre en Bad Driburg — Arqs.: Geller + Müller

PARQUES ACUÁTICOS

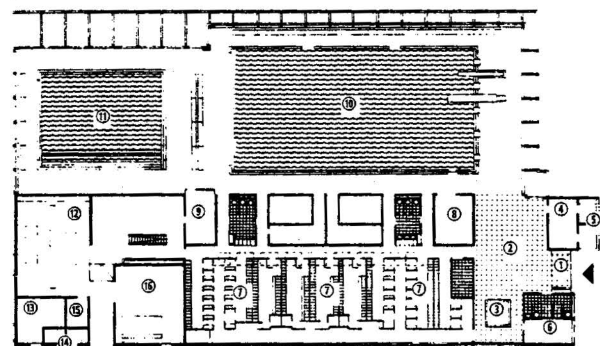
PISCINAS CUBIERTAS Y AL AIRE LIBRE

La superficie del solar debe dimensionarse según las necesidades de las piscinas al aire libre. En caso de una superficie de terreno requerida de menos de 10.000 m², se sumará un suplemento de 5 m² por cada m² de superficie de lámina de agua. Por lo demás, rigen las indicaciones para el proyecto de piscina cubierta o al aire libre.
Debe intentarse establecer una conexión entre la zona de piscinas al aire libre y la zona de piscinas del pabellón cubierto para conseguir una mejor utilización en los meses de transición, una vigilancia centralizada y una ejecución más sencilla de las instalaciones técnicas. Disponer de una zona de estar con servicio de acogida y con vistas a ambas zonas de piscinas.
El acceso a la piscina al aire libre se realiza a través del vestíbulo de entrada a la piscina cubierta. En las horas punta también se podrá acceder a través de una zona de entrada a cubierto con las taquillas. El ámbito de control debería servir a ambas zonas.
Una relación directa entre las piscinas cubiertas y al aire libre facilita un aprovechamiento considerable. La conexión de ambas zonas de vasos —preferentemente se comunicará con el vaso de no nadadores de la parte al aire libre— puede llevarse a cabo con un canal (acceso en el pabellón de la piscina cubierta) o un pasillo cerrado, de modo que el bañista pueda alcanzar un vaso al aire libre desde la piscina cubierta sin pasar por el frío aire exterior.

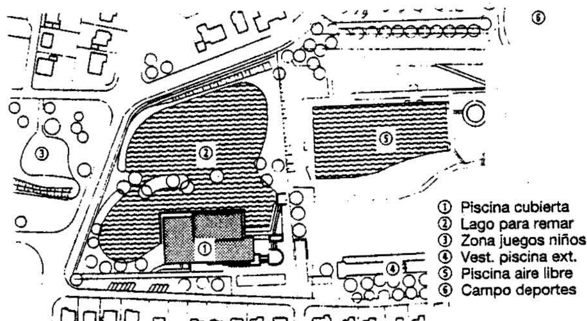


1 Piscina municipal, Tréveris — Arqs.: Müller, Karnaiz y Bock

① Cortavientos
② Vestíbulo entrada
③ Taquillas
④ Personal
⑤ Vestuarios personal
⑥ Oficina
⑦ Vestuarios
⑧ Aparatos
⑨ Monitor
⑩ Piscina natación
⑪ Piscina enseñanza
⑫ Filtro, instalaciones
⑬ Estación transformadora
⑭ Depósito de cloro
⑮ Cuarto baterías
⑯ Calefacción

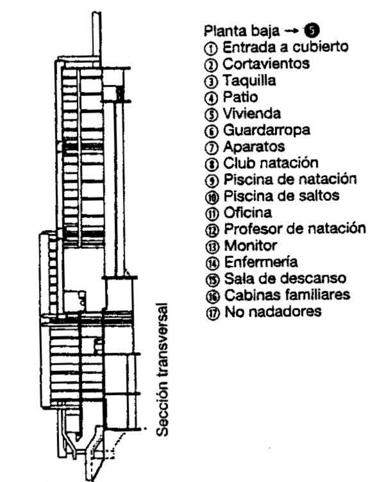


2 Planta baja → **3**



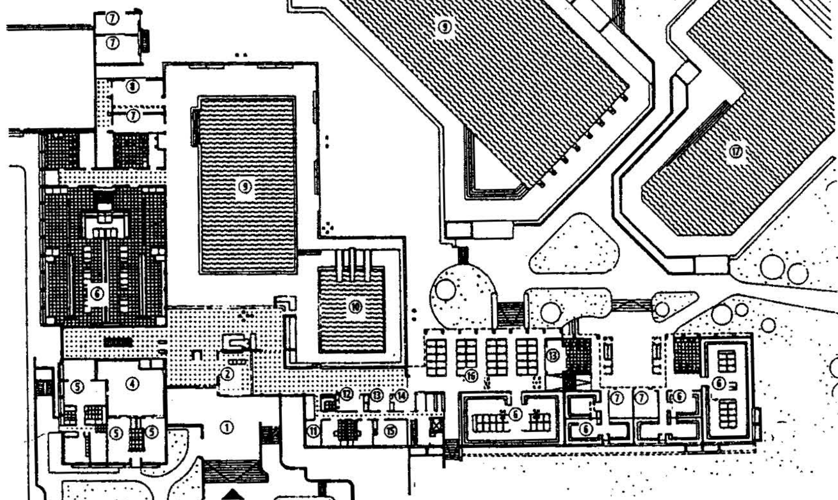
① Piscina cubierta
② Lago para remar
③ Zona juegos niños
④ Vest. piscina ext.
⑤ Piscina aire libre
⑥ Campo deportes

3 Establecimiento de baños en Stuttgart → **2** — Arq.: J. Welz



Planta baja → **5**
① Entrada a cubierto
② Cortavientos
③ Taquilla
④ Patio
⑤ Vivienda
⑥ Guardarropa
⑦ Aparatos
⑧ Club natación
⑨ Piscina de natación
⑩ Piscina de saltos
⑪ Oficina
⑫ Profesor de natación
⑬ Monitor
⑭ Enfermería
⑮ Sala de descanso
⑯ Cabinas familiares
⑰ No nadadores

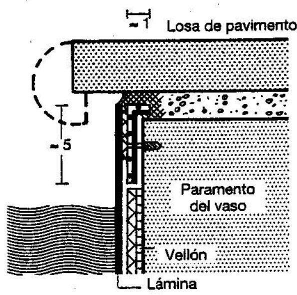
4 Piscina al aire libre y piscina cubierta en Zollikon → **5**



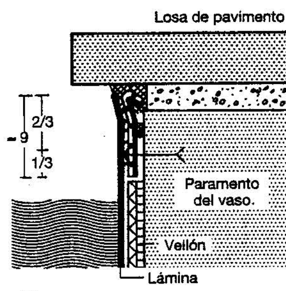
5 Planta baja — Arq.: E. Ulrich + C. Braun

Detalles constructivos

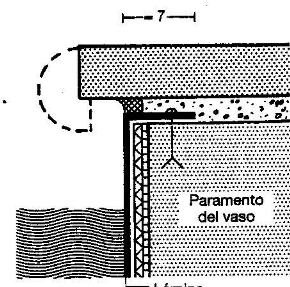
Gracias al uso de láminas en el revestimiento de piscinas se prescinde del esfuerzo constructivo habitual para estructuras estancas. Por razones de seguridad, se utilizan láminas con superficie rugosa y estriada en escaleras, plataformas y vasos de chapoteo. Para pasos de instalaciones sirven bridas → ❾ – ❿. Hay que tener en cuenta una posible condensación en el lado opuesto al agua. Disponer sumideros auxiliares o perforaciones de descarga debajo de la impermeabilización. Prever una pendiente continua del 5 % (máx. 10 %) para el vaciado del vaso. Utilizar perfiles de chapa plastificada para las uniones fijas de las láminas impermeabilizantes → ❶ – ❹. Vasos prefabricados de una sola pieza construida a modo de cáscara o vasos modulares montados en secciones.



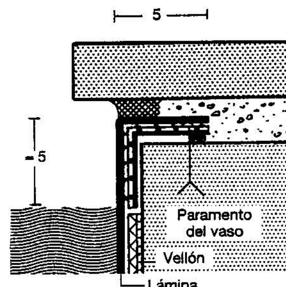
❶ Entrega bordillo/vaso revestido de lámina con fleje plastificado



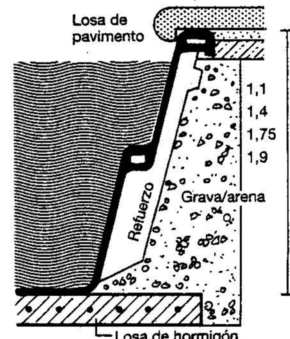
❷ Variante → ❶



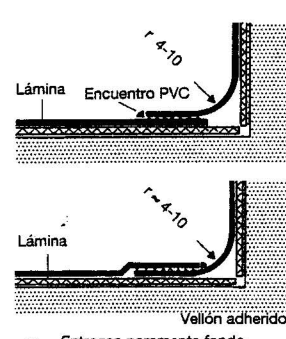
❸ Lámina fijada en paramento de vaso



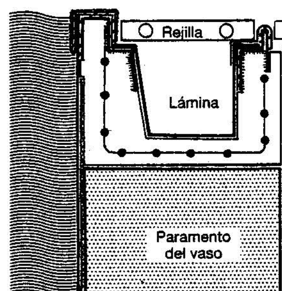
❹ Entrega bordillo con fleje plastificado



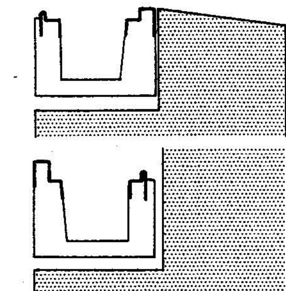
❺ Vaso de piscina prefabricado



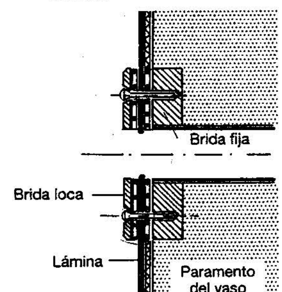
❻ Entregas paramento fondo, ejecución redondeada del arranque del paramento



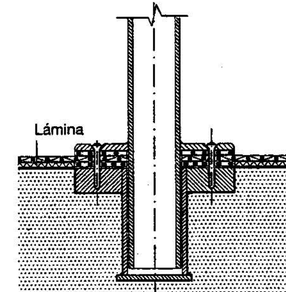
❼ Canaleta prefabricada de hormigón/revestimiento de lámina sintética



❽ Variante → ❻



❾ Unión con bridas

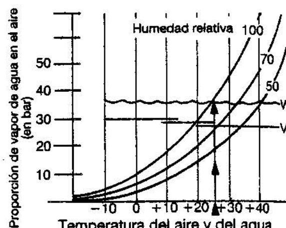


❿ Brida fija con caña de anclaje

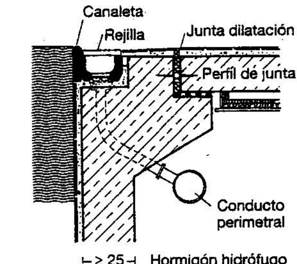
	Humedad relativa				
	50 %	60 %			70 %
	Temperatura del aire				
	28 °C	26 °C	28 °C	30 °C	28 °C
R	21	13	0	– 1)	0
24 °C M	219	193	143	– 1)	67
R	48	53	21	2	0
26 °C M	294	269	218	163	143
R	96	104	66	31	36
28 °C M	378	353	302	247	227
R	157	145	123	81	89
30 °C M	471	446	395	339	320

1) Diferencia de temperatura 4 K agua/aire no puede mantenerse a largo plazo

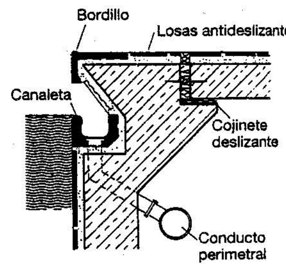
⓫ Caudal específico de evaporación en piscina cubierta (g/m^3h) para estado en reposo (R) y ocupación máxima (M), según Kappler



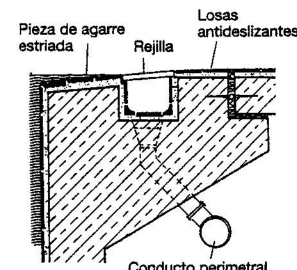
⓬ Límite de evaporación en piscina cubierta, línea superior en funcionamiento; línea inferior en estado de reposo



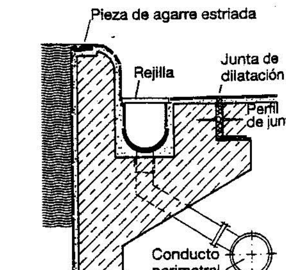
⓭ Bordillo rebosadero tipo Zúrich



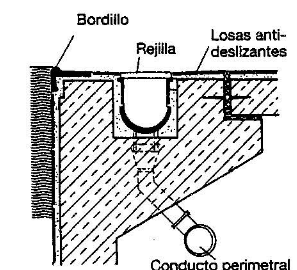
⓮ Bordillo rebosadero tipo Wiesbaden



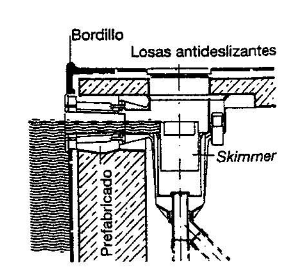
⓯ Rebosadero tipo finlandés



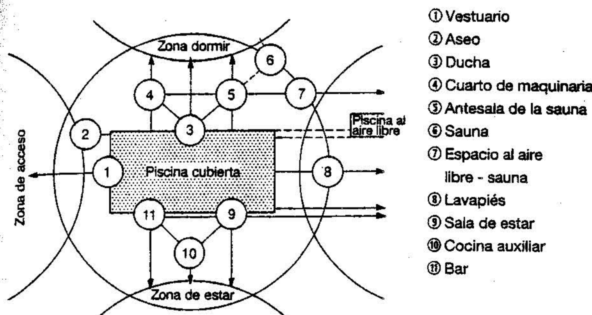
⓰ Rebosadero tipo St. Moritz



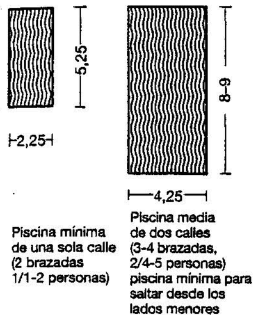
⓱ Bordillo rebosadero y canaleta de desagüe



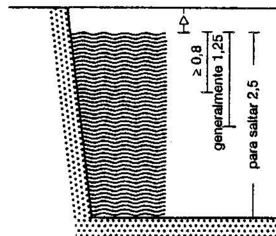
⓲ Aspirador de superficie (*skimmer*)



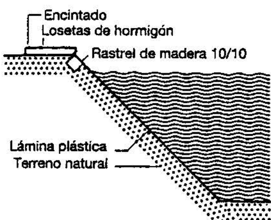
❶ Diagrama de situación de una piscina en viviendas unifamiliares. La sala de estar también puede formar parte del pabellón de la piscina



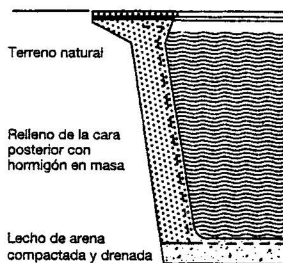
❷ Tamaño de las piscinas



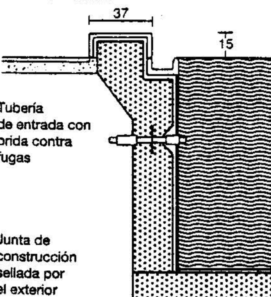
❸ Profundidad de las piscinas



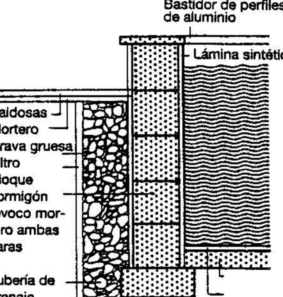
❹ Piscina en talud con lámina impermeable y perímetro de madera



❺ Piscina prefabricada de poliéster, monocapa



❻ Piscina de hormigón armado, de ejecución sencilla, con canalón tipo Wiesbaden



❼ Piscina de obra de fábrica con drenaje

Agua	Temporada de baño			Meses adicionales	
ϑw	4 meses	5 meses	6 meses	5° mes	6° mes
22 °C	1,25/6,5	1,33/7,2	1,55/7,8	1,65/7,2	2,65/7,8
23 °C	1,5/7,2	1,7/7,9	2/8,5	2,50/7,9	3,50/8,5
24 °C	2,08/7,9	2,26/8,6	2,66/9,2	2,98/8,6	4,66/9,2
25 °C	2,6/8,5	2,8/9,3	3,2/9,8	3,60/9,5	5,25/9,8
26 °C	3,5/9,2	3,75/10	4/10,5	4,75/10	5,25/10,5

❽ Pérdida de calor en una piscina al aire libre (media de los valores máximos) en kWh/m²d según mediciones del RWE; no se han tenido en cuenta las perturbaciones especiales, p. ej., las pérdidas de calor considerablemente mayores en las piscinas públicas (hoteles, etc.) debidas al empleo del agua calentada de la piscina para el lavado de recirculación en el filtro (hasta 1,5 kWh/m²d, p. ej., 1.300 kcal/m²d). X = interpolación

Situación

Resguardada del viento → ❶, cerca de los dormitorios (utilización en días frescos), visible desde la cocina (vigilancia de niños) y la sala de estar (efecto de bastidores), es decir, en el campo visual. Sin árboles frondosos o arbustos junto a ella (caída de hojas); prever un perímetro de protección frente a la caída de hierba, etc.; eventualmente se puede elevar el perímetro de la piscina (cuestión de diseño).

Tamaño

Anchura de una calle 2,25 m, longitud de una brazada: aprox. 1,5 m, a la que se ha de añadir la longitud del cuerpo: 4 brazadas = 8 m de longitud; profundidad del agua: mandíbula de la mujer de la casa, ¡no de los niños!

La diferencia entre la profundidad de la piscina y la profundidad de agua → ❸ depende del tipo de aspiración.

Forma

A ser posible sencilla, debido a los costes y las corrientes de agua (véase más abajo), rectangular, en cualquier caso con escalera de entrada y salida.

Sistemas constructivos

Generalmente: pileta laminar (lámina = superficie impermeabilizante) sobre una estructura portante de obra de fábrica → ❼, hormigón, acero (también encima del suelo) o en una fosa → ❹.

Piscinas de poliéster, solo se fabrican excepcionalmente in situ, en general se construyen con piezas prefabricadas y no suelen ser autoportantes: es necesario un relleno de hormigón en masa → ❺.

Pileta impermeable de hormigón → ❻ (hormigón in situ a dos caras, hormigón proyectado a una cara, piezas prefabricadas de hormigón); superficie generalmente de material cerámico o mosaico vitrificado, más raramente imprimación (cloro-caucho o cemento de color).

Cuidado del agua

En la actualidad generalmente mediante instalaciones de recirculación de agua; es esencial un flujo plano del agua con una buena limpieza de la capa superficial mediante un *skimmer* o, mejor aún, a través de un canalón perimetral.

Tipos de filtros

Grava (filtro de fondos, en porte con inyección de aire de lavado), polvo de diatomeas (filtro de superficie), espuma sintética, eliminación de las algas mediante productos químicos (cloro, antialgas sin cloro y sulfato de cobre).

Calefacción

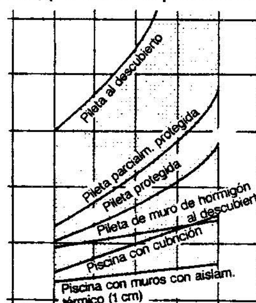
Mediante aparatos de contracorriente o calderas con acumulador; ¡prever un sistema de regulación!, prolonga considerablemente la temporada de baños a un coste relativamente reducido → ❽ – ❾.

Protección de los niños

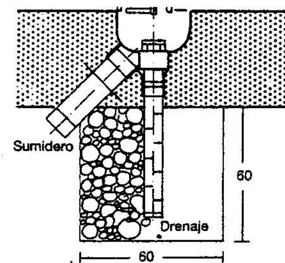
A ser posible cubriendo la piscina o colocando una alarma automática que se dispare al formarse pequeñas olas de agua, sin tener que interponer una valla.

Protección frente a las heladas

En las piscinas con agua estancada mediante vigas perimetrales, sistema de calefacción o un rebosadero protegido frente a las heladas; ¡no vaciar la piscina en invierno! (borde biselado).



❾ Pérdida de calor en la superficie de la piscina durante una temporada de baños de 5 meses (valores medios)



❿ Sumidero con equilibrador de presión

Deportes Ocio

PARQUES ACUÁTICOS

Piscinas cubiertas públicas
Piscinas al aire libre públicas
Piscinas cubiertas y al aire libre
Piscina cubierta privada

CABINAS DE SAUNA DE USO DOMÉSTICO

Al contrario que en los procesos funcionales independientes de una sauna operada comercialmente → pág. 385 y ss., en una privada, pueden resumirse ciertas funciones en un espacio, p. ej., vestuario y descanso (en la vivienda) o higiene previa y enfriamiento (puede efectuarse en el mismo local y con la misma instalación).

Cabinas de sauna (p. ej., en el jardín) se construyen típicamente con troncos de pino y pueden erigirse sin ayuda ajena o comprarse como cabañas de madera prefabricadas. Estas cabinas de troncos están en el mercado con diseños diferentes: en forma de simple cabina de sauna → ⑩ o con ducha y vestuario o zona de descanso incluidos → ⑨.

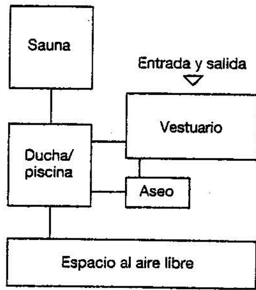
Para el montaje dentro de locales existentes hay cabinas de sauna prefabricadas o de módulos de montaje → ⑬ + ⑮.

Estufa de sauna: en las saunas montadas dentro de otros locales, en la mayor parte de los casos se utilizan calefactores eléctricos (a partir de cierto tamaño necesitan una toma de corriente trifásica), mientras que en cabañas de madera se usan normalmente estufas de leña (que requieren de una chimenea).

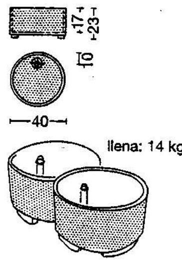
Cuba de inmersión → ③ + ④ profundidad máxima 1,2 m hasta lámina de agua. La inmersión de los pies en agua caliente es una parte importante del correcto ejercicio del baño de sauna, por lo tanto, son necesarios **calientapiés** → ② con asientos.

Temperatura ambiente: vestuario: 20-22 °C; ducha: 24-26 °C; salas: de enfriamiento: ≥ 18-20 °C; descanso 20-22 °C; masaje 20-22 °C.

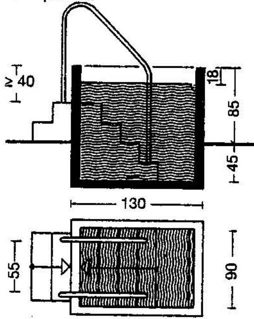
Humedad atmosférica: 100 °C: 2-5 % humedad relativa; 80 °C: 3-10 % humedad relativa; 70 °C: 5-15 % humedad relativa; 60 °C: 8-28 % humedad relativa.



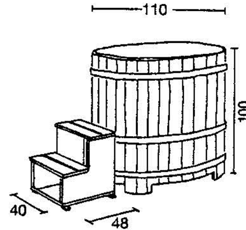
① Esquema funcional de una sauna privada



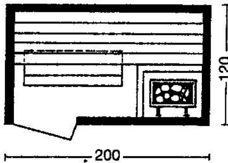
② Pila calientapiés



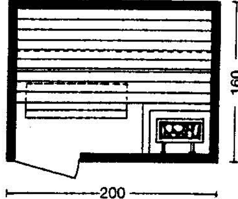
③ Pila de inmersión



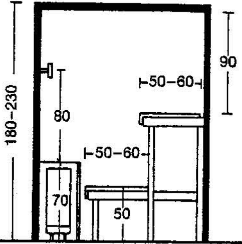
④ Pila de inmersión de madera



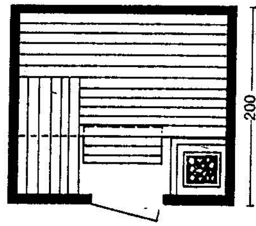
⑤ Sauna: 1 persona tumbada, 2 sentadas



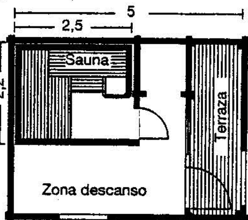
⑥ Sauna: 2 personas tumbadas, 3 sentadas



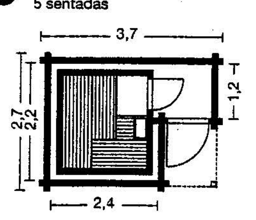
⑦ Sección transversal



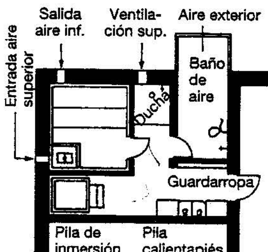
⑧ Sauna: 3 personas tumbadas, 5 sentadas



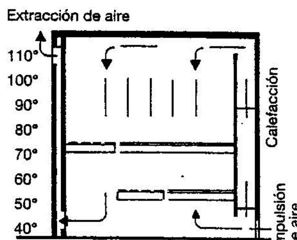
⑨ Sauna con paredes de tablas macizas



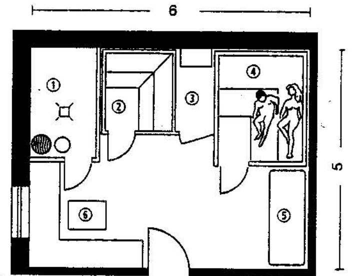
⑩ Sauna de jardín (con paredes de tablero macizo)



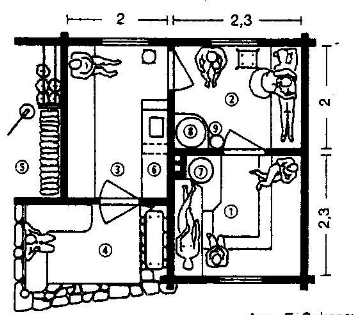
⑪ Sauna privada



⑫ Sección transversal de una sauna con calefacción indirecta (Bemberg)

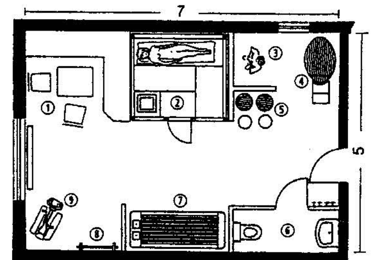


⑬ Sauna (construida en un sótano, p. ej.), 30 m², 4-6 personas



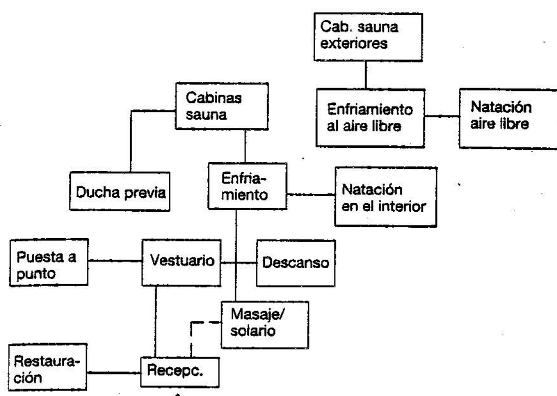
⑭ Sauna

Arq.: E. Sukonen

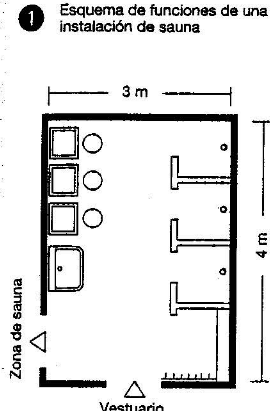


⑮ Sauna, 35 m², 4-6 personas, cabina de sauna para montaje en el interior

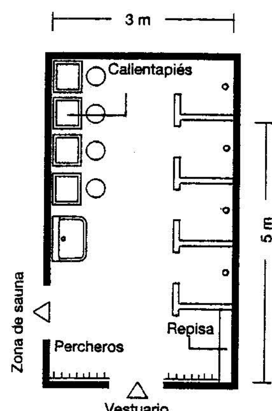
CENTROS DE SALUD INTEGRAL



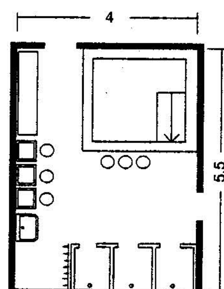
❶ Esquema de funciones de una instalación de sauna



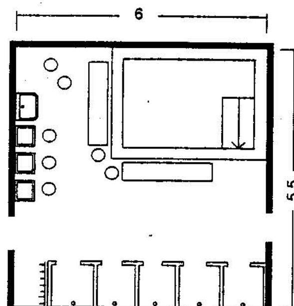
❷ Sala de ducha previa, tamaño III: aprox. 12 m²



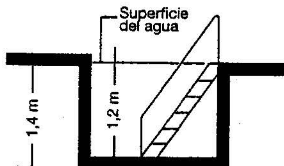
❸ Sala de ducha previa, tamaño IV: aprox. 15 m²



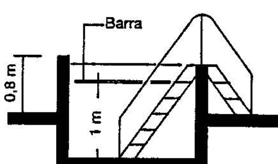
❹ Sala de enfriamiento, tamaño III: aprox. 22 m²



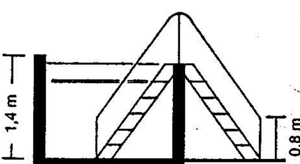
❺ Sala de enfriamiento, tamaño IV: aprox. 33 m²



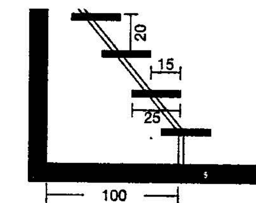
❻ Cuba de inmersión enterrada



❼ Cuba de inmersión semienterrada



❽ Cuba de inmersión elevada



❾ Peldaños en la cuba de inmersión

SPA es el término global que designa instalaciones para la salud y de salud integral.

Abarca fundamentalmente: instalaciones de sauna, masaje y solario, relax/descanso, gimnasia y entrenamiento físico (comprende natación → piscinas cubiertas y al aire libre).

Una **instalación de sauna** operada de modo comercial (tamaño III-IV→ ❾) contiene:

vestuarios, duchas, cabinas de sauna, sala de enfriamiento, sala de descanso y relax y zonas auxiliares (sala para el personal, recepción, caja, aseos para visitantes y para el personal). En saunas públicas deben preverse vestuarios y aseos separados por sexos, en los aseos del personal y visitantes rigen las normativas locales correspondientes. Los accesos a zonas de piscina, instalaciones de restauración y espacios de gimnasio se incluyen progresivamente en los proyectos para instalaciones SPA y de salud integral.

El vestíbulo con duchas sirve para asearse con agua caliente antes de entrar a la sauna → ❷ + ❸.

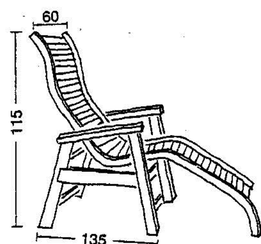
La **sala de enfriamiento** sirve para refrescarse entre las sesiones de sauna con tratamientos de aire y agua fría, como, p. ej., cuba de inmersión, chorros, duchas y pediluvios calientes → ❹ – ❾.

Dimensiones	Aforo sauna	Tipo de uso
I	2–4	Sauna mínima o familiar
II	4–5	Todavía se considera sauna familiar
III	6–10	Sauna operada de modo comercial
IV	11–15	Gran sauna comercial

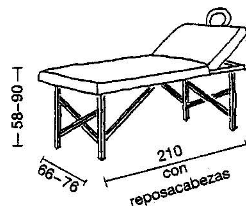
Tipo de local	Dim.	Dim. promedio del local en m²	Plazas	Superficie útil en m²
Sauna	I	1–4	2–4	
	II	7–11	4–5	
	III	12–17	6–10	
	IV	17,5–21	11–15	
Sala enfriam.	II	16	hasta 12	16
	III	22	hasta 12	22
	IV	30,5	hasta 17	30,5
Ducha previa	II	9	hasta 8	9
	III	12	hasta 12	12
	IV	17	hasta 17	17
Vestuario	II	16	hasta 20	12
	III	24	hasta 30	18
	IV	34	hasta 45	20
Sala descan.	II	13,2	2–3	10
	III	18	6	20
	IV	27	8	30

Indicaciones capacidad	Dimensiones			
	I	II	III	IV
Aforo sauna	2–3	4–5	6–10	11–15
Superficie útil en m²	1,7–2,2	2,4–4	5–10	8–13
Dimensiones cabina m/plaza	1,7–2,3	1,2–1,6	2–2,4	1,8–2
Altura libre del local en m	2	2,1	2,4	2,4
En la sauna mínima con bancos en dos alturas: altura libre: 1,9 m, mín. 1,8 m altura libre sobre el escalón superior: 1-1,1 m				

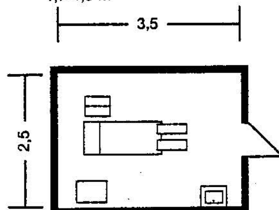
❿ Estimación del espacio y superficie necesarios para diferentes tamaños de sauna según M. Höckert [01]



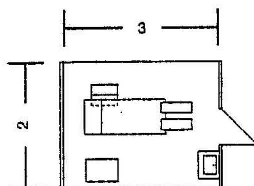
❶ Tumbona ergonómica en posición sentada en sala de descanso. Longitud en posición tumbada: 1,7-1,9 m



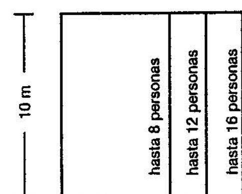
❷ Camilla de masaje con reposacabezas

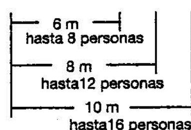


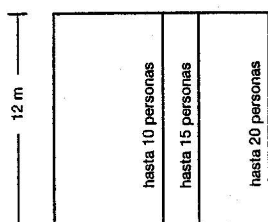
❸ Sala de masajes de 8,75 m² con particiones fijas



❹ Cabina de masaje 6 m² separada por cortinas

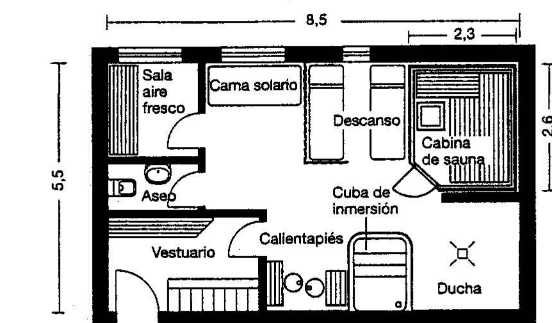




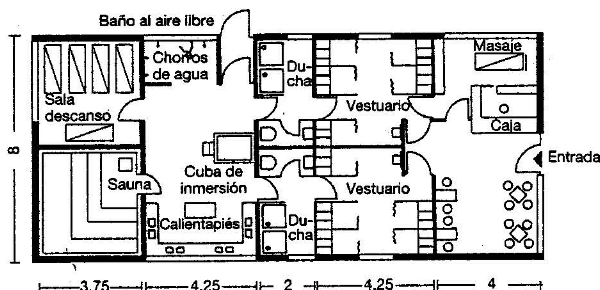




❺ Dimensiones de vasos para piscina de natación y terapia en zona de sauna (aforo)



❻ Sauna de hotel 5,5 × 8,5 m



❼ Sauna para aprox. 30 personas

Sala descanso

Sala para descansos intermedios y después de la sauna. Debería poderse ventilar bien, con vistas al exterior y un bajo nivel de ruido. Sus equipos y diseño deben facilitar el descanso y relax.

Solario: por cada plaza tumbada se requiere una superficie aprox. de 0,8 × 2 m. La anchura del pasillo lateral es de 0,4 m.

Tipos y dimensiones de vasos → ❹:

Piscinas de hidromasaje: sirven para la relajación y el descanso, profundidad máx. del agua: 1 m.

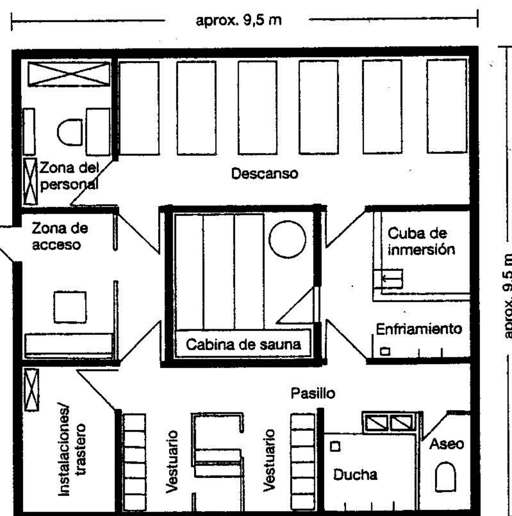
Piscina de terapia: sirve para la relajación, rehabilitación, gimnasia acuática, descanso y prevención, profundidad máx. del agua: 1,35 m, superficie de la lámina de agua: 25-60 m²:

- **Piscina de aguas salinas:** agua con un contenido de sal de mín. 5,5 g/l de sodio y 8,5 g/l de cloruro.
- **Piscina de aguas minerales:** agua con un contenido de sustancias minerales de mín. 1 g/l.
- **Piscina termal:** agua con una temperatura natural de más de 20 °C.

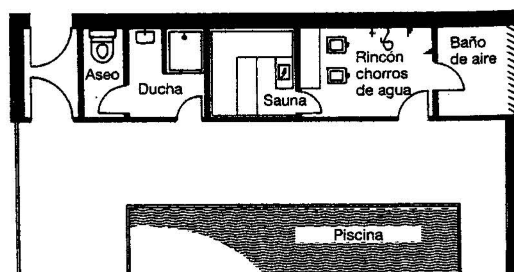
Puesto que los vasos de estas piscinas no se utilizan para nadar, según el uso pueden tener formas libres.

Superficie cabina de sauna en m²	Entrada aire fresco en cm²	Extracción de aire en sm²
5	100	70
10	150	105
15	200	140
20	250	175

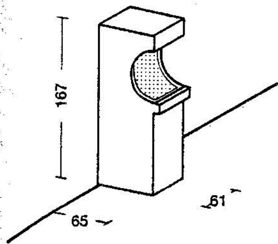
❽ Dimensiones de los huecos para ventilación en proporción a la superficie en planta de una cabina de sauna, según Höckert [01]



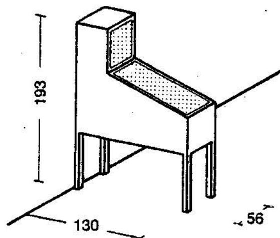
❾ Sauna con duchas y sala de enfriamiento para aprox. 12 personas, aprox. 90 m²



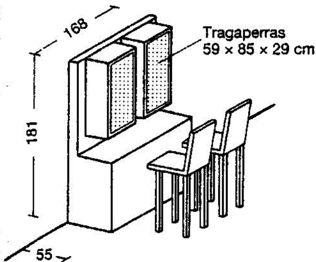
❿ Sauna y piscina cubierta



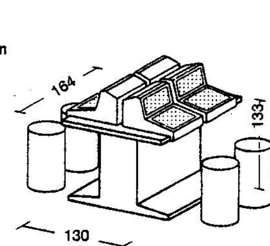
❶ Máquina con pantalla



❷ Millón



❸ Máquina tragaperras



❹ Máquina de juegos de cartas

Las máquinas recreativas que ofrecen premios en metálico están sometidas a una reglamentación especial.

Solo si cumplen dicho reglamento pueden colocarse en salas de juego o locales similares.

Por cada 15 m² se puede colocar como máximo 1 máquina. Sin embargo, en un mismo recinto no pueden instalarse más de 10 máquinas → ❾.

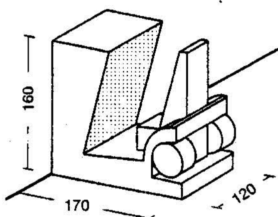
Al calcular la superficie no se pueden incluir los almacenes, pasillos, aseos, vestíbulos y escaleras.

Al proyectar una sala de juego, además de cumplir las ordenanzas correspondientes, se deben respetar determinados aspectos urbanísticos.

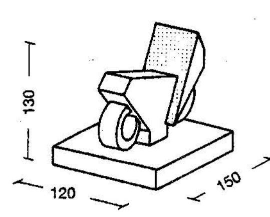
Las salas de juego están permitidas en los núcleos de población como locales recreativos. Excepcionalmente pueden ser autorizados en todas las zonas habitadas en las que se permiten locales no molestos. En las salas de juegos también pueden colocarse máquinas que ofrezcan premios en objetos. Otros juegos, solo cuando el premio sea en metálico.

En las salas de juego no pueden organizarse juegos libremente sin ser autorizados. Las salas de juego contiguas pueden compartir los mismos lavabos → ❾.

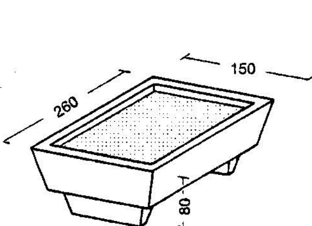
Las salas de juego de pachinko → ❿ – ⓫ usuales en Japón, no están autorizadas en Alemania. Las fichas ganadas durante el juego pueden cambiarse en la caja por los premios correspondientes.



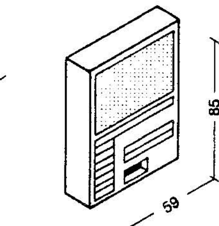
❺ Simulador de conducción



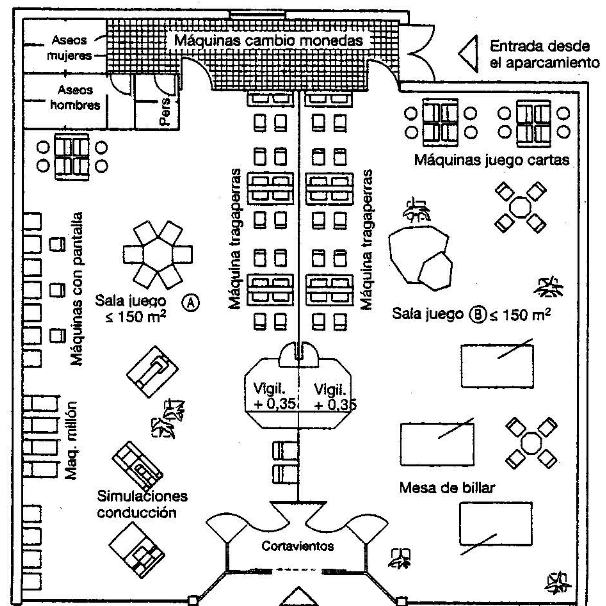
❻ Simulador de conducción



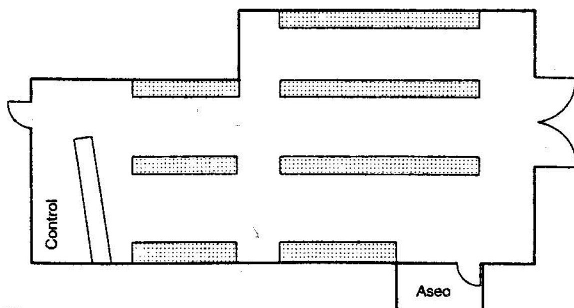
❼ Mesa de billar



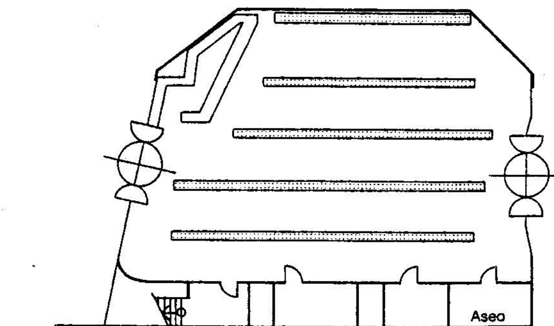
❽ Máquina para cambiar monedas



❾ Planta de una sala de juego



❿ Sala de pachinko, Japón

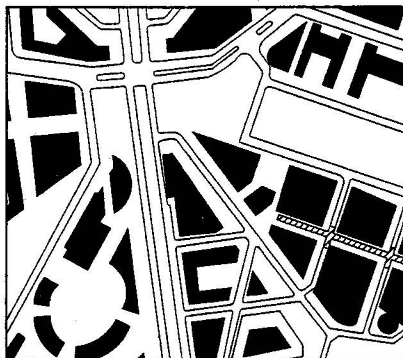


⓫ Sala de pachinko, Japón

Deportes
Ocio

SALAS DE JUEGO



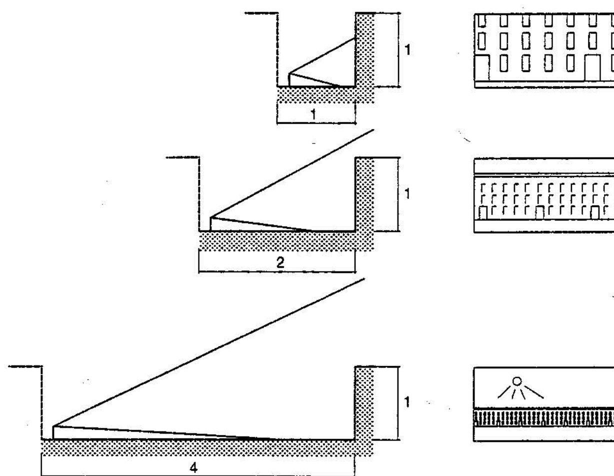


❶ Los espacios urbanos pueden leerse mejor si se marca el espacio libre en color negro, pues el ojo percibe las superficies negras como cuerpo continuo y las blancas como huecos

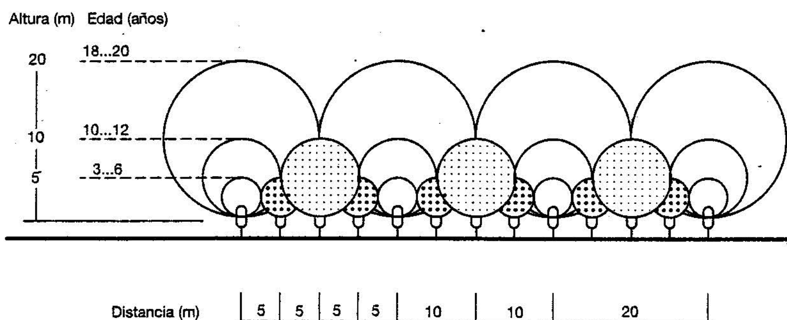
La proporción de los contornos del espacio situados dentro del campo visual determina el grado de amplitud o limitación que transmite la impresión del espacio urbano. La percepción de detalles del edificio que definen su diseño depende también de la distancia al mismo → pág. 52 Mediante la fórmula de la pág. 52 puede deducirse la relación entre la distancia del observador a un edificio y la escala de la representación gráfica del mismo. El grado de detalle de una escala se puede atribuir, por tanto, a una cierta distancia del observador al objeto.

La relación entre escala y distancia corresponde según la fórmula aproximadamente a:

Escala 1:100 120-170 m
Escala 1: 50 50- 80 m
Escala 1: 20 10- 20 m



❷ La relación anchura/altura determina la impresión del espacio urbano [01]



❸ Para la elección de las separaciones entre plantas debe de tenerse en cuenta el espacio necesario para el crecimiento de árboles [02]

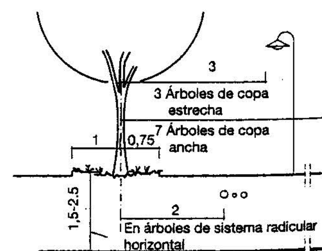
Diseño

Las calles se transforman en espacios urbanos gracias a la edificación colindante. Esto puede visualizarse fácilmente con planos de análisis en blanco (para lo edificado) y negro (para las calles y las plazas) → ❶. La separación y la altura de edificios paralelos influyen en la imagen de la calle. Debido al ángulo de visión de aprox. 45°, la impresión del espacio varía desde uno "cerrado, tipo desfiladero" hasta uno "abierto a modo de plaza" → ❷.

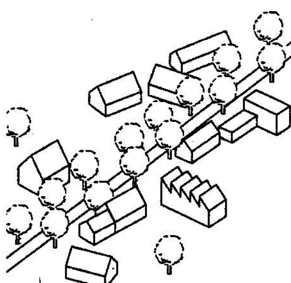
Aparte de la satisfacción de las exigencias técnicas referentes al tráfico y el abastecimiento, son objetivos del diseño de calles: Crear identidad, prestar orientación y ofrecer calidad para la estancia.

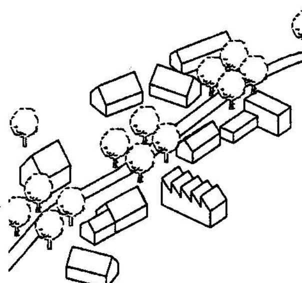
La identidad se genera enfatizando las propiedades típicas locales, haciendo referencia a la topografía y a los ejes visuales. Los espacios únicos y con carácter mejoran la orientación y ofrecen posibilidades de identificación.

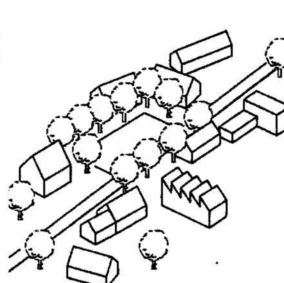
Además de los frentes de los edificios, los árboles son el factor más decisivo que define el espacio. Limitar el espacio de la calle hacia arriba, guían la mirada, definen la escala y cierran espacios → ❺.

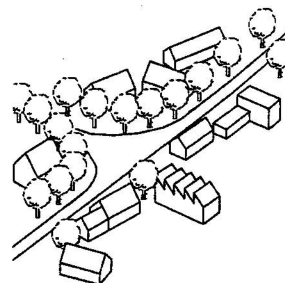


❹ Separación de árboles respecto a otros elementos de la calle


Acentuación del carácter lineal


Secuencia de espacios

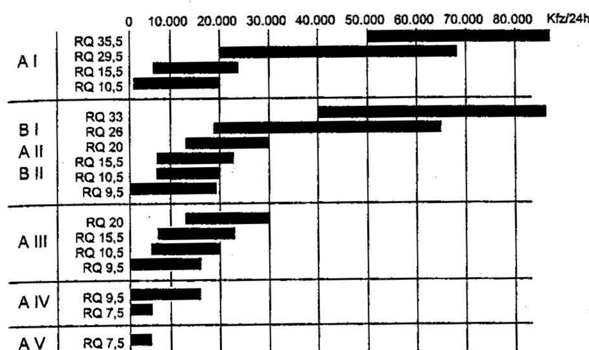

Formación de plazas


Formación de islas

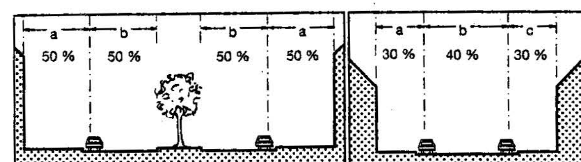
❺ Estructuración de un espacio heterogéneo mediante árboles

Grupo de categorías / Importancia de la vía de comunicación		fuera de localidades	dentro de localidades			
		sin edificaciones colindantes		con edificaciones colindantes		
		Comunicación			Accesos y evacuación	Estancia
		A	B	C	D	E
vía de comunicación nacional/internacional	I	A I	B I	C I	D I	E I
vía de comunicación interregional/regional	II	A II	B II	C II	D II	E II
vía de comunicación interurbana	III	A III	B III	C III	D III	E III
vía de conexión de poblaciones	IV	A IV	B IV	C IV	D IV	E IV
vía de conexión de interés subordinado	V	A V	-	-	D V	E V
caminos	VI	A VI	-	-	-	E VI

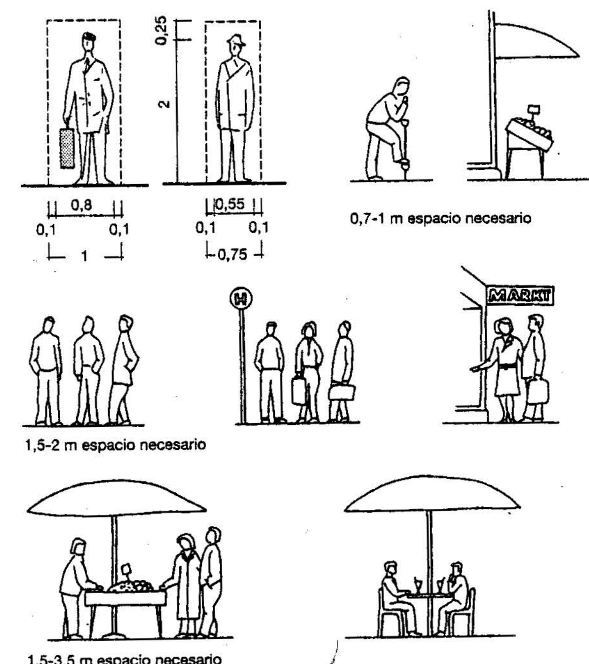
❶ Tabla para la definición de la categoría de vía de comunicación según la normativa alemana [03]



❷ Tabla para la definición de secciones tipo para carreteras sin edificación colindante, según la normativa alemana [03]



❸ Proporciones de anchura entre superficies para el tránsito de vehículos y espacios peatonales deseables [01]



❹ Medidas básica para usos diferentes en espacios peatonales [04]

Clasificación

Al formar parte de la red viaria, la clasificación funcional de las carreteras depende de la estructura de la red. En la clasificación de carreteras se distingue según su función de acceso a solares y edificios, además de por su ubicación dentro o fuera de poblaciones, entre carreteras con o sin edificación colindante.

Carreteras sin edificaciones colindantes

Las carreteras sirven casi exclusivamente para el tráfico de vehículos. Sus dimensiones dependen de la velocidad media a la que se circulará, su importancia como vía de comunicación y su grupo de categorías. La categoría adecuada puede verse en la tabla ❶. Junto al número estimado de vehículos, puede definirse la sección del firme → pág. 390 ❶.

Carreteras con edificaciones colindantes

Estas carreteras forman parte del espacio público que, además de ser vía de comunicación, sirve para diversos usos. Desde la aparición del automóvil, las exigencias del tráfico de vehículos son las que marcan el carácter de las carreteras. Las medidas urbanísticas y de planificación del transporte pretenden conseguir una relación equilibrada entre el tráfico de vehículos y el resto de funciones importantes del espacio viario. Son, por ejemplo:

Superficies para la comunicación	Descanso, divagación, paseo, manifestación...
Zonas para el juego	Ir en bicicleta y patín, juegos de balón, de persecución, de escondite
Usos comerciales	Puestos de venta, gastronomía al aire libre
Zonas verdes	Filtración de polvo y agentes nocivos, generación de oxígeno, mejora del microclima.

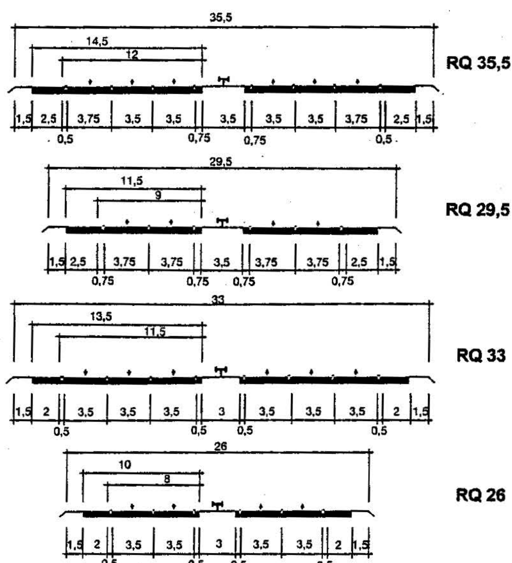
Elementos de la sección del firme

En las publicaciones de la FGSV (Sociedad alemana para la investigación de carreteras y transporte) se indican las dimensiones básicas para los diferentes usos de espacios viarios. El espacio viario se compone del espacio lateral necesario de los usuarios de la vía pública, más un espacio de maniobra que depende de la velocidad a la que se circule. El perímetro del espacio libre de paso tiene que ver con el gálibo, que debe mantenerse libre de obstáculos fijos → pág. 391. Para la definición de la sección del espacio viario, en Alemania se siguen un par de normativas sobre carreteras (EAHV y EAE) que establecen los numerosos criterios que facilitan la adaptación diferenciada del espacio disponible a las diferentes necesidades. Criterios distintivos importantes son:

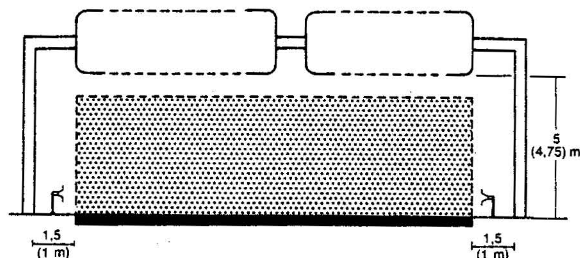
1. Zonas territoriales, que pueden ser núcleos urbanos, zonas antiguas en el perímetro del núcleo urbano, zonas residenciales, polígonos industriales y comerciales y territorios rurales.
2. Tipos de carreteras de enlace: carreteras principales, carreteras principales colectoras, calles colectoras locales, calles locales de acceso y caminos de tráfico vecinal.
3. Necesidad de parques y zonas verdes.
4. Tipo y frecuencia del transporte público municipal.
5. Tipos de uso de las aceras peatonales. Además de las superficies para el tránsito de peatones ofrecen espacio para las funciones sociales y de interacción de las vías públicas.

Según la evaluación de estos factores se determina el tipo de vehículos que pueden circular sobre el vial y su velocidad. De los posibles encuentros en doble sentido de circulación resultan las anchuras necesarias del vial → pág. 391.

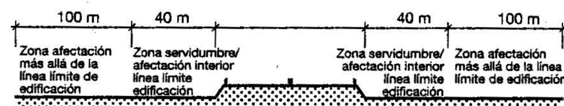
Las autopistas son carreteras destinadas a la circulación rápida de vehículos, sin edificaciones a los lados.
Las dos calzadas de circulación en sentido opuesto se separan con una franja central. Cada calzada se compone de dos o más carriles y, por lo general, dispone de un arcén lateral → ❶.
Las autopistas se enlazan entre sí a diferente nivel (nudos de tres brazos → ❽ - ❿ o de cuatro brazos → ❹ - ❻ y disponen de entradas y salidas con enlaces especiales → ❼, ⓫.
Las autopistas son las vías de circulación más seguras y eficientes. En la planificación y en la construcción de nuevas autopistas es primordial el respeto por el entorno natural.
Paneles indicadores → ❷, están situados 1.000 m antes de las salidas y 2.000 m antes de los enlaces con otras autopistas.
Para que los edificios situados junto a las autopistas no influyan negativamente en la circulación (obstaculización visual y disminución de la atención), se han legislado zonas con restricciones a la edificación y zonas de prohibición total → ❸.
Restricciones: existen restricciones a la edificación o a reformas importantes en edificios ya existentes, en una franja de 40 a 100 m, medida desde el borde exterior del arcén de la autopista. La zona de prohibición total de edificación de cualquier tipo ocupa una franja de 40 m de anchura desde el borde exterior del arcén de la autopista.



❶ Secciones tipo de firme para autopistas [03]

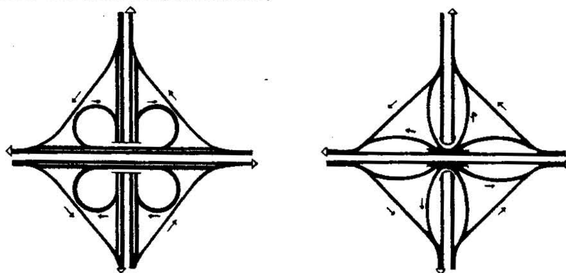


❷ Panel-puente sobre la calzada



❸ Zonas de servidumbre/afectación en el entorno de autopistas

Enlaces de autopistas (cuatro brazos)

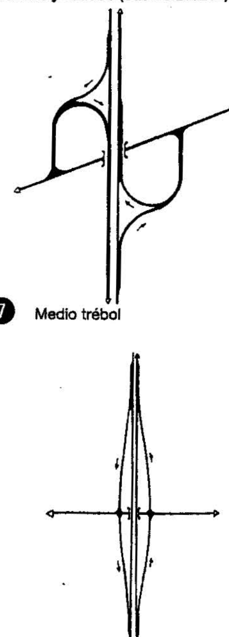


❹ Trébol

❺ Cruz de malta

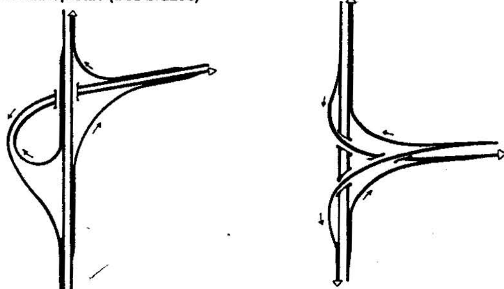
❻ Molinillo

Accesos y salidas (cuatro brazos)



❼ Medio trébol

Enlaces de autopistas (tres brazos)



❽ Trompeta

❾ Triángulo

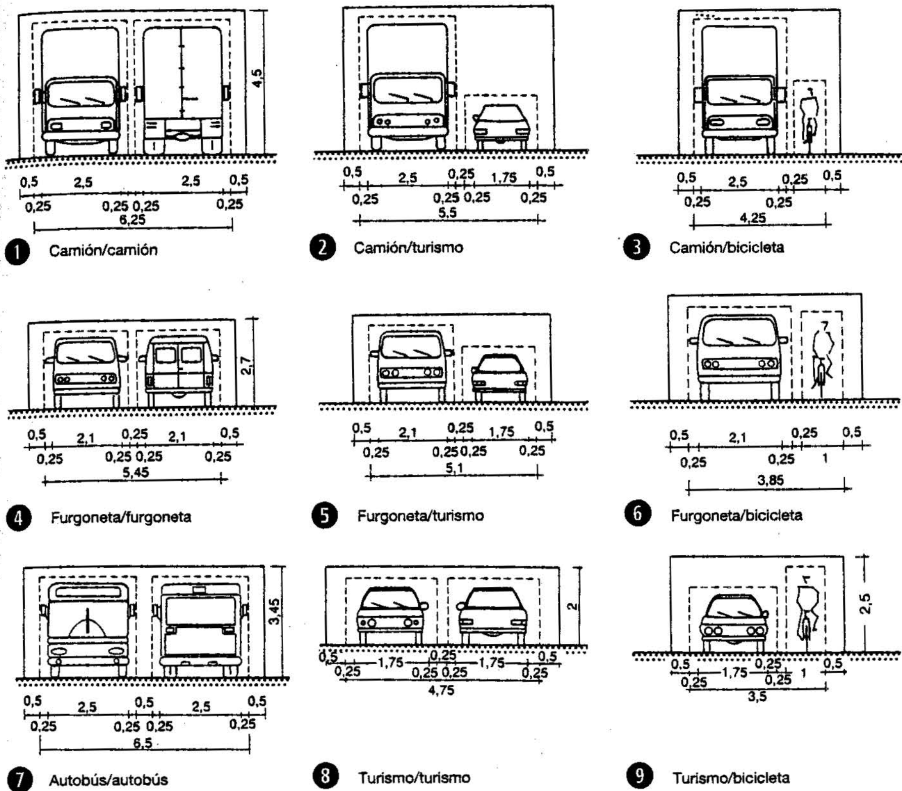
❿ Bifurcación

⓫ Rombo

ESPACIO NECESARIO PARA CIRCULAR SIN REDUCIR LA VELOCIDAD (50 km/h)

Medidas básicas del espacio de circulación y del espacio de paso libre necesarios para el cruce de vehículos circulando en dirección opuesta, sin tener que reducir la velocidad

——— Espacio de paso libre
- - - - Espacio de circulación



1 Camión/camión
2 Camión/turismo
3 Camión/bicicleta
4 Furgoneta/furgoneta
5 Furgoneta/turismo
6 Furgoneta/bicicleta
7 Autobús/autobús
8 Turismo/turismo
9 Turismo/bicicleta

ESPACIOS DE CIRCULACIÓN

El espacio que necesitan los vehículos para circular es la suma de las dimensiones de los vehículos, la holgura necesaria entre ambos, el tráfico en dirección opuesta, así como el espacio necesario para el arcén y la cuneta. La anchura máxima del vehículo tipo se adaptará a las normas europeas (por lo tanto, 2,55-2,6 m).

La altura del espacio para la circulación de camiones es de 4,2 m, con gálibo superior 4,5 m (mejor 4,7 m), para facilitar la renovación superficial del firme con aportación de material. En los caminos peatonales y de bicicletas, la altura libre ha de ser de 2,5 m como mínimo.

La anchura del espacio lateral de seguridad se mide a partir del límite exterior de la carretera, depende de la velocidad máxima permitida. Para carreteras con velocidad máxima ≥ 70 km/h debe ser ≥ 1,25 m (mín. 1 m); en carreteras con una velocidad máxima ≤ 50 km/h, ≥ 0,75 m → 18.

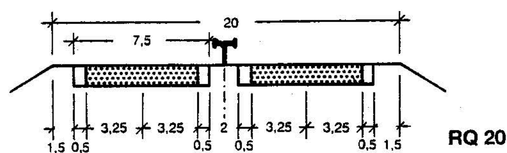
ESPACIO NECESARIO PARA CIRCULAR SIN REDUCIR LA VELOCIDAD (≤ 40 km/h)

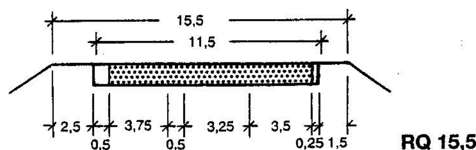
10 Camión/camión
11 Camión/turismo
12 Camión/bicicleta
13 Autobús/autobús
14 Furgoneta/furgoneta
15 Furgoneta/turismo
16 Furgoneta/bicicleta
17 Turismo/turismo

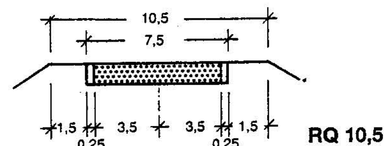
E_l = Espacio de seguridad lateral
E_s = Espacio de seguridad superior
P = Peatones
——— = Delimitación del espacio de paso libre
- - - = Delimitación del espacio de circulación
C = Ciclistas
CM = Camiones

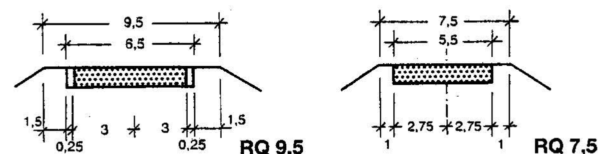
18 Medidas del espacio necesario/circulación de camiones

19 Turismo/bicicleta









❶ Secciones tipo del firme de carreteras sin edificación colindante

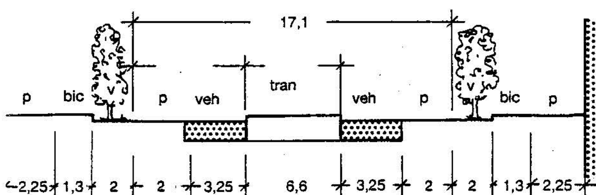
Para unificar el proyecto, la construcción y el funcionamiento de las carreteras se han diseñado una serie de secciones tipo que deberían respetarse salvo motivo justificado → ❶.

Se puede averiguar la sección tipo apropiada en la tabla ❷ pág. 389, según el número estipulado de vehículos y la clase del vial.

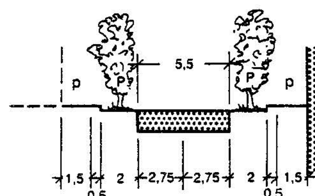
Para calles con edificación colindante, no existen secciones tipo en Alemania. La sección apropiada de las calles por zonas se desarrolla tras ponderar las necesidades diversas de los usuarios y vecinos. Condición para ello es la determinación del vehículo tipo para el cual se dimensiona el espacio viario → pág. 391. Ejemplos de secciones diversas con edificación colindante → ❷–❼.

Se debe intentar dar una imagen clara al espacio de la carretera, lo que puede conseguirse por medio de dimensiones correctas, ordenación diferenciada de cada una de las partes de la sección, relación equilibrada entre la anchura y la altura del espacio de la carretera y ajardinamiento muy variado: el diseño del espacio de la carretera debe facilitar la orientación en la misma y en la propia ciudad.

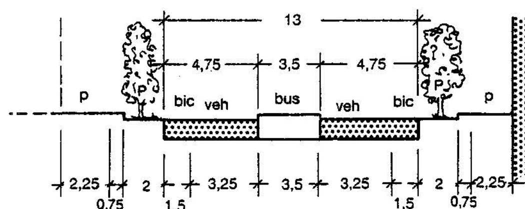
Los elementos situados a ambos lados de la calzada influyen en la configuración funcional y visual del espacio. En lo que se refiere a la función y al efecto que provocan, el diseño debe armonizar los siguientes elementos: carriles para bicicletas y peatones a los lados de la calzada, Zonas de detención y descanso sentado, superficies para el estacionamiento, zonas de protección y apantalladas, zonas de carga y descarga y superficies de servicio para instalaciones y venta.



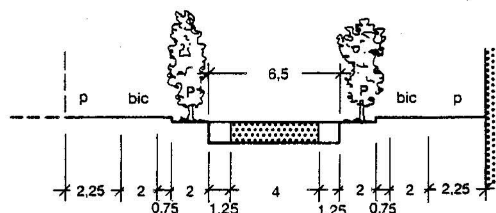
❷ Acera peatonal y carril de bicicletas separados de la calzada y banda de estacionamiento mediante franjas verdes de separación. Tranvía sobre vías férreas propias



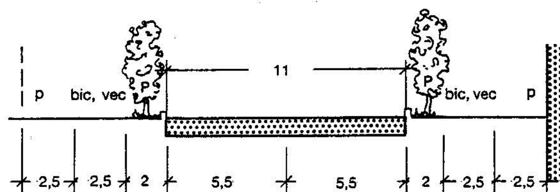
❸ Calle colectora, calzada dimensionada para el encuentro en circulación de doble sentido de camiones sin reducción de velocidad, arcén transitable para el encuentro de vehículos de grandes dimensiones



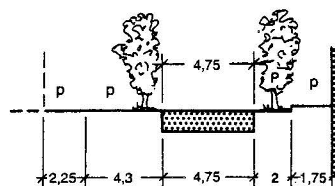
❹ Situación del carril de bicicletas próximo a la calzada oportuna en cruces. Carril bus en el centro de la calzada



❺ Calle colectora, calzada dimensionada para el encuentro en circulación de doble sentido de automóviles/turismos sin reducción de velocidad, arcén transitable para el encuentro de vehículos de grandes dimensiones



❻ Calzada de anchura extra que puede ser transitada en cuatro carriles, banda de estacionamiento separada de la calzada por medianas. Se accede a ella a través del carril de bicicletas/de acceso



❼ Calle de acceso local, calzada dimensionada para el encuentro en circulación de doble sentido de camiones y automóviles con velocidad reducida, bandas de estacionamiento paralelas y perpendiculares a la calzada

Medios de transporte

VIALES

Espacios urbanos
...pos de viales
Autopistas
Espacios de circulación
Carreteras
Secciones
...udos viarios
...ras y carriles
...ra bicicletas
...ismo urbano
...acionamiento de bicicletas
Moderación del tráfico
Protección acústica

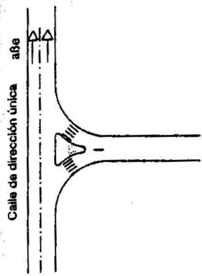
Clasificación de los nudos en enlaces e intersecciones. Enlace significa que las vías se cruzan en niveles diferentes (mínimo un puente), el acceso se garantiza mediante rampas (p. ej., cruce de autopistas).

Nudos al mismo nivel son intersecciones (con o sin balizas). Se distinguen: ramales (una vía confluye con otra) → ❶–❷ e intersecciones (dos vías se cruzan) → ❺–❽.

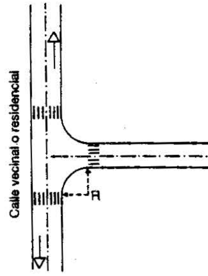
En la actualidad es muy común resolver los cruces con rotondas → ⓮–⓯. Rotondas pequeñas, diámetro = 25-40 m. Rotondas grandes, diámetro > 40 m. Las rotondas tienen la ventaja de un menor riesgo de accidentes graves, puede prescindirse de los semáforos, son menos molestas en lo que se refiere a los ruidos, ahorra energía y reduce de velocidad en poblaciones. El diámetro de la rotonda depende de las longitudes de espera relativas a la intensidad del tráfico.

El cruce desplazado ofrece más espacio, visibilidad en la calle y una definición del espacio viario. Apto para tráfico lento, como en zonas residenciales → ⓰.

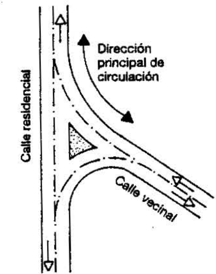
Límite de edificación en carreteras nacionales alemanas a 20 m del borde lateral de la calzada. Restricciones de edificación, hasta 40 m desde el borde lateral de la calzada → pág. 390, Autopistas.



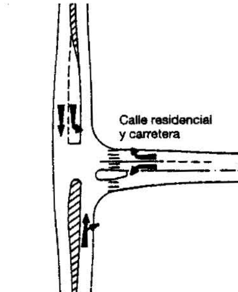
❶ Bifurcaciones – al mismo nivel



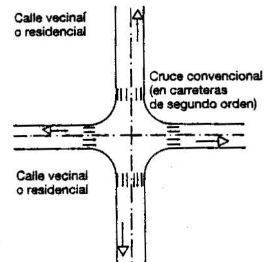
❷ Igual que → ❶



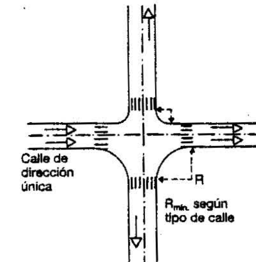
❸ Bifurcaciones en calles residenciales



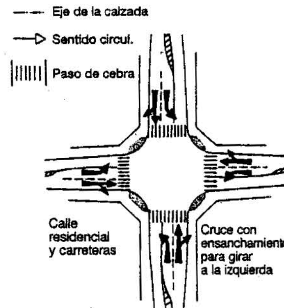
❹ Con estrechamiento de la calzada para girar a la izquierda



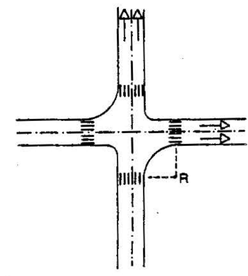
❺ Cruces al mismo nivel



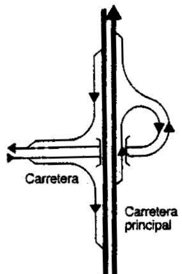
❻ Igual que → ❺



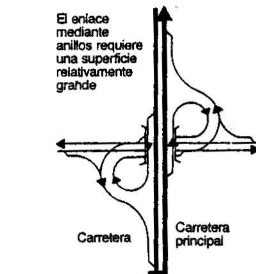
❼ Igual que → ❺



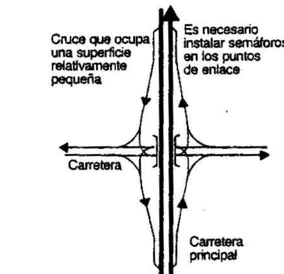
❽ Igual que → ❺



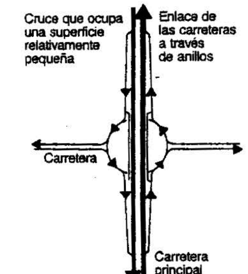
❾ Bifurcaciones/embocaduras a distinto nivel



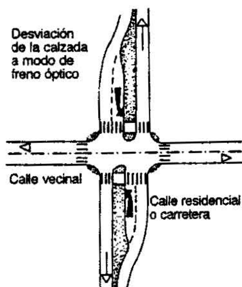
❿ Igual que → ❾



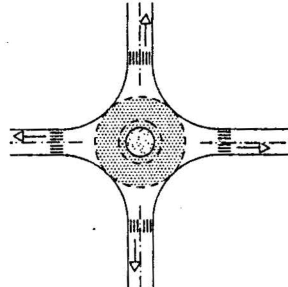
⓫ Igual que → ❾



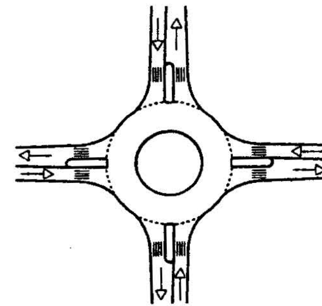
⓬ Igual que → ❾



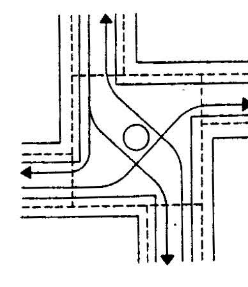
⓭ Estrechamiento de la calzada



⓮ Rotonda pequeña (d = 25-35 m)



⓯ Rotonda grande (d > 40 m) con isletas para peatones



⓰ Cruce desplazado solo para tráfico lento

Secciones[1]
(los valores entre paréntesis son medidas mínimas en zonas con edificaciones existentes)

Valores de los elementos a proyectar				
R1 mín. [m]	S[2] máx. [%]	H_k mín. [m]	H_w mín. [m]	altura libre mín. [m]
	6 (12)[8]			2,5
10 (2)[7]	según el correspondiente tipo de calle	30	10	2,5
10 (2)[7]	3 (4 sobre < 250 m)[8] (8 sobre < 30 m)[8]	30	10	2,5
10 (2)[7]	3 (4 sobre < 250 m)[8] (8 sobre < 30 m)[8]	30	10	2,5
	6 (12)[8]			2,5
10 (2)[7]	3 (4 sobre < 250 m)[8] (8 sobre < 30 m)[8]	30	10	2,5
	6 (12)[8]			3,5 (2,5)

❶ Camino peatonal junto a calle

❷ Carril bicicletas junto a calle

❸ Camino para peatones y bicicletas

❹ Vía para bicicletas

❺ Camino peatonal de trazado independiente

❻ Camino para bicicletas de trazado independiente

❼ Camino residencial prohibido a la circulación

Observaciones
[1] Pueden ser necesarias pequeñas desviaciones en las medidas de anchura debido a las dimensiones de las placas
[2] $S_{mín.}$ = 0,5 % (desagüe)
[3] Longitud de los caminos residenciales con prohibición de circulación
1 a 2 plantas ≤ 80 m
3 plantas ≤ 60 m
4 y más plantas ≤ 50 m
[4] En caso de canalización separada 4 hasta 4,5 m
[5] Anchura adicional
Las hileras de los árboles exigen mín. una franja ajardinada de 2,5 m anchura
[6] Circulación en dos direcciones solo en casos excepcionales
[7] Radio de transición en cruces
[8] En casos excepcionales

Abreviaturas: → ❶ – ❼
P = peatones
C = ciclistas
R_1 = radio de curvatura
s = pendiente longitudinal
H_k = radio de transición en cambios de rasante
H_w = radio de transición en vados

❶ – ❼ Caminos peatonales y para bicicletas

Caminos peatonales y carriles para bicicletas
Las superficies ofrecerán variedad e interés; deben cumplirse los requisitos necesarios para que los niños puedan jugar en ellas. Protección frente a las inclemencias climáticas mediante árboles, pérgolas y, en casos especiales, porches. Las aceras no deberían tener una anchura menor a 2 m (1,5 m de paso libre y 0,5 m de separación con la calzada), y en muchos casos es conveniente que tengan una anchura mayor. En las proximidades de escuelas, centros comerciales, equipamientos de ocio, etc., se aconseja mín. 3 m de anchura → ❶ – ❼. Los carriles para bicicletas situados a los lados de las aceras, en caso de ser de dirección única, deberían tener un ancho mín. de 1 m; en caso de ser de dos direcciones: 2 m (mín.: 1,6 m). Franja adicional de seguridad hasta la calzada: 0,75 m. Los caminos o carriles para bicicletas y peatones tienen una anchura de 2,5 m (mín. 2 m) → pág. 396.

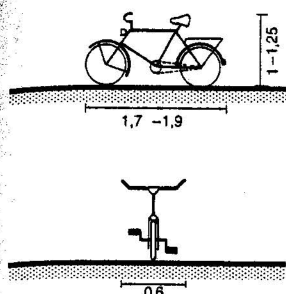
❽ Anchuras básicas de las conducciones de suministro y evacuación, y situación en el perfil de la carretera

E = electricidad
G = gas
W = agua
FH = calefacción
P = teléfono
KM = canaliz. mixta de aguas
KS = canaliz. aguas negras
KR = canaliz. aguas pluviales
F = peatones
R = ciclistas
Kfz = camiones
P/G = banda de aparcamiento o franja ajardinada

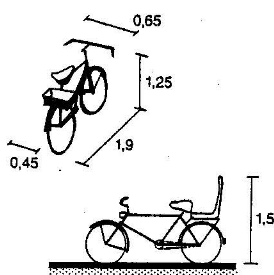
❾ → ❽

❿ – ⓮ Ejemplos para el diseño de calles con edificaciones a los lados

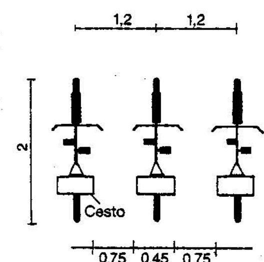
Medidas básicas de una bicicleta → ❶ – ❷. Considerar cestas y asientos para niños. Bicicletas infantiles, menor tamaño. Bicicleta silla hasta 2,35 m de longitud, tándem hasta 2,6 m. Remolques para bicicletas (con pértiga) aprox. 1,6 m de longitud, 1 m de anchura. Además, bicicletas especiales para personas con discapacidad y transporte de personas y mercancías.
Procurar conseguir aparcamientos cómodos → ❸, si son estrechos, peligro de lesiones, ensuciamiento y daños materiales al candar, cargar y aparcar o desaparcar la bicicleta. Ahorro de espacio con aparcamientos dobles solapando las ruedas delanteras → ⓬. Por el contrario, aparcamiento con desplazamiento en altura, problemático por daños materiales → ⓫.
El soporte proporcionará estabilidad suficiente incluso con carga. Candar la bicicleta a ser posible con abrazadera que una soporte, rueda delantera y cuadro; especialmente convenientes los soportes con bastidor → ❾. Barra intermedia de apoyo bicicletas de niños. Soportes con bastidor, por lo general, con uso por ambos lados. En ese caso, separación entre soportes 1,2 m → ❾.
Ancho de vía 1,8 m → ❼ – ❾. Proyectar vías transversales. Organización general lo más clara posible para facilitar la orientación.
Según sea preciso, proyectar aparcamientos adicionales para remolques de bicicletas y bicicletas especiales.
Emplear soportes para bicicletas sin posibilidad de candar convenientemente solo en espacios cerrados con acceso restringido a pocas personas.
Prever cubierta e iluminación en aquellos estacionamientos donde las bicicletas permanecen aparcadas durante un tiempo prolongado. Colocar los aparcamientos en las proximidades del lugar de destino, para favorecer su localización, acceso y control. Conviene plantear estacionamientos vigilados para grandes acontecimientos, estaciones de tren, piscinas al aire libre y centros comerciales. También puede obtenerse sitio para estacionar bicicletas cambiando de uso alguna plaza de aparcamiento de coches.



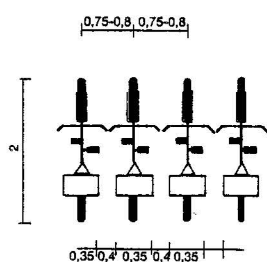
❶ Medidas generales de una bicicleta



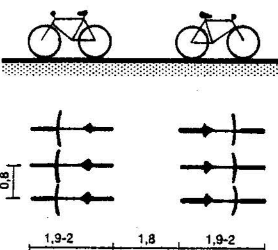
❷ Bicicleta con cesta y silla de niños



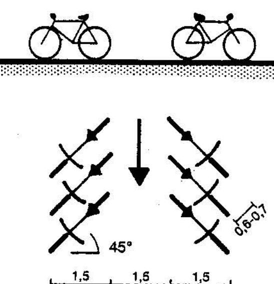
❸ Estacionamiento de bicicletas holgado



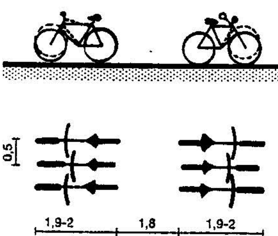
❹ Estacionamiento de bicicletas estrecho



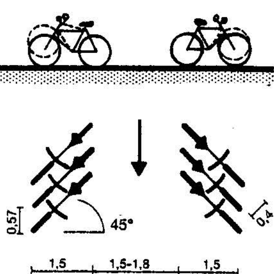
❺ Dimensiones para aparcar bicicletas en batería



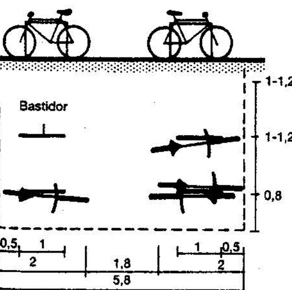
❻ Aparcamiento al mismo nivel oblicuo



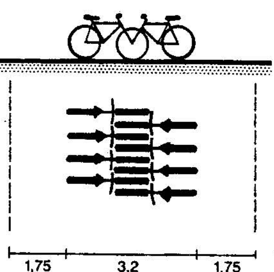
❼ Aparcamiento en batería con desplazamiento en altura



❽ Aparcamiento oblicuo con desplazamiento en altura



❾ Aparcamiento de bicicletas con bastidor de apoyo

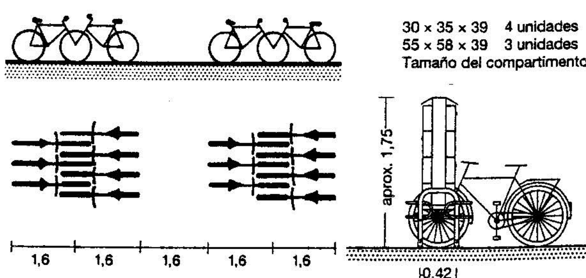


❿ Bicicletas intercaladas

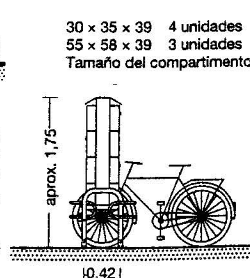
Edificios residenciales	1 por cada 30 m² superficie útil
Visitas en edificios residenciales	1 por cada 200 m² superficie útil
Residencias de estudiantes	1 por cada cama
Escuelas de formación general	0,7 por cada plaza
Universidad popular	0,5 por cada plaza
Salas de conferencias	0,7 por cada plaza
Bibliotecas	1 por cada 40 m² superficie útil
Comedores universitarios	0,3 por cada plaza
Oficinas	0,3 por cada puesto de trabajo
Tiendas de productos de consumo cotidiano	1 por cada 25 m² superficie venta
Centros comerciales	1 por cada 80 m² superficie venta
Establecimientos de servicios necesarios periódicamente, tipo tienda	1 por cada 35 m² superficie venta
Establecimientos de servicios tipo despacho, consultas médicas	0,2 por cada cliente que coincida en el mismo momento
Campos de deporte, gimnasios, piscinas cubiertas	0,5 por cada consigna
Lugares de reunión de ámbito regional	1 por cada 20 plazas
Otro tipo de lugares de reunión	1 por cada 7 plazas
Restaurantes en el casco urbano	1 por cada 7 plazas
Cervecerías con jardín	1 por cada 2 plazas

Cuando un edificio alberga varios usos simultáneamente, es preciso sumar los distintos valores propuestos para cada caso.

⓫ Valores orientativos para el cálculo del número de aparcamientos de bicicletas necesario



⓬ Rueda delantera intercalada y pasillo central



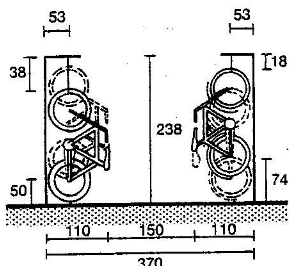
⓭ Consigna

ESTACIONAMIENTO DE BICICLETAS

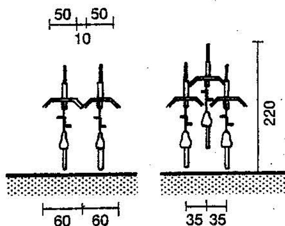
Circulación en un sentido a partir de 1,4 m de anchura, mejor 1,6 m. Adelantamientos y circulación en ambos sentidos con velocidad reducida: 1,6-2 m de anchura, anchuras de 2-2,5 m son indicadas, cuando también utilizan el carril ciclistas con remolques. Las medidas básicas para el espacio de circulación de los ciclistas se establecen a partir de la anchura básica de 0,6 m y la altura del ciclista → ❺, así como del espacio necesario para las diferentes situaciones.

En los aparcamientos de bicicletas, los pasillos entre soportes han de tener al menos 1,5 m de anchura, mejor 2 m. Interrupciones cada 15 m con un paso. Anchura mínima de pasillos en soportes en altura: 2,5 m. Cuanto más largas sean las hileras de los soportes, más anchos serán los pasillos. Anchura mínima de los pasillos: 1,5 m hasta una longitud de 10 m; 1,8 m de anchura hasta 15 m, y 2,2 m de anchura hasta una longitud de 25 m.

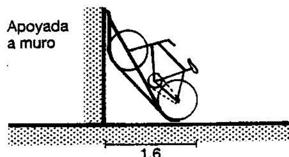
Garaje 1-3 plantas, 15-42 bicicletas. Superficie en planta 4 × 4 m. Altura sobre el nivel del terreno 5 m → ⓮.



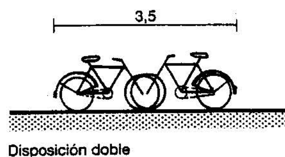
❶ Soporte de bicicletas



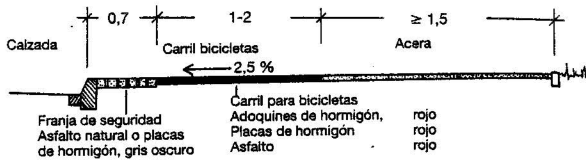
❷ En paralelo Entrelazadas



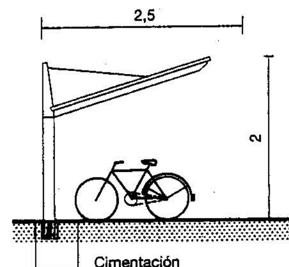
❸ Colocación inclinada



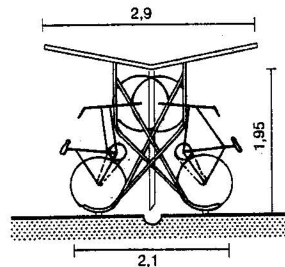
❹ Con soporte para el cuadro



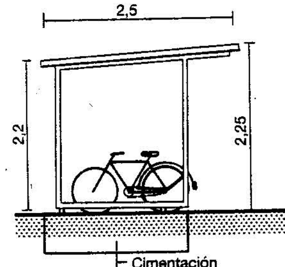
❺ Perfil de los carriles para bicicletas, materiales, colores



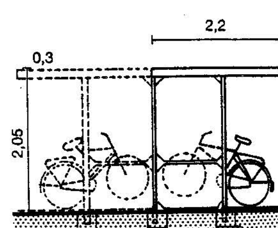
❻ Cubierta/marquesina



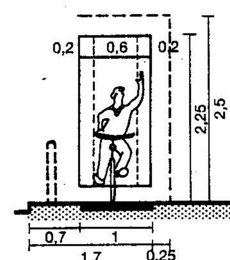
❼ Marquesina curva con soporte doble

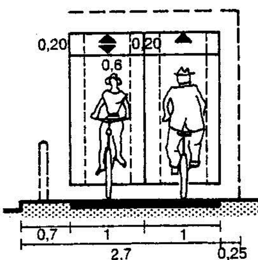


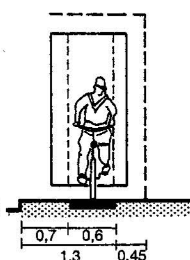
❽ Marquesina con bastidores de perfiles tubulares

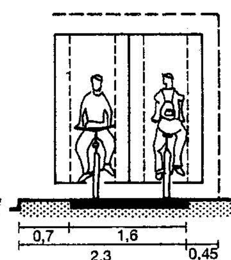


❾ Soportes cubiertos

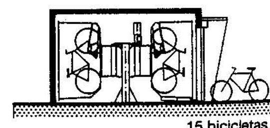


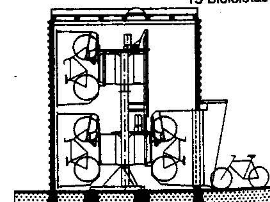


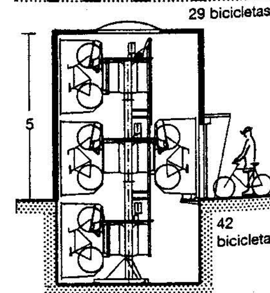


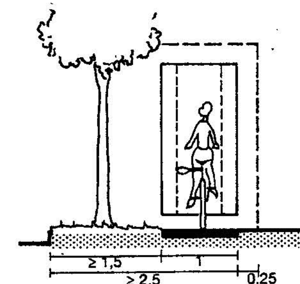


❿ Anchura normal de los carriles para bicicletas — Doble — Para situaciones de estrechez de paso — Perfil mínimo

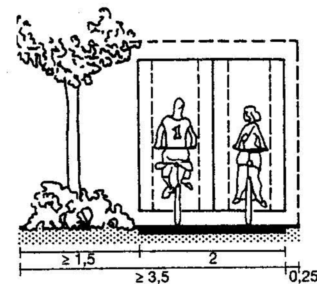




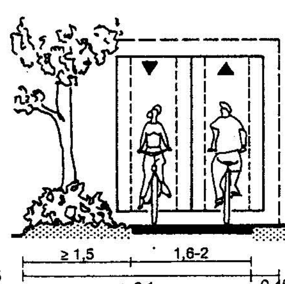




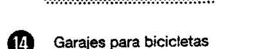
⓫ Vía para bicicletas con franja ajardinada de separación a calzada; buena solución



⓬ Solución óptima



⓭ Franja ajardinada, dimensiones mínimas para la circulación en dos sentidos



⓮ Garajes para bicicletas

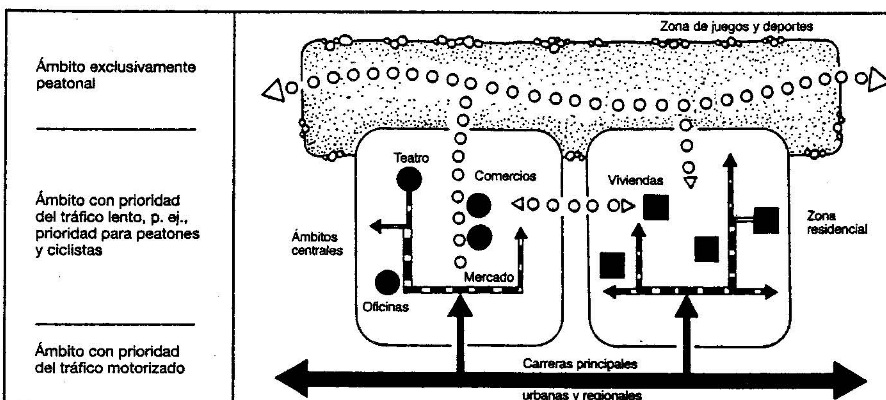
Medidas a adoptar

A – Sistema de circulación
B – Diseño de los detalles
C – Diseño del tráfico

●● Efecto deseado
● Efecto probable
○ Efecto posible

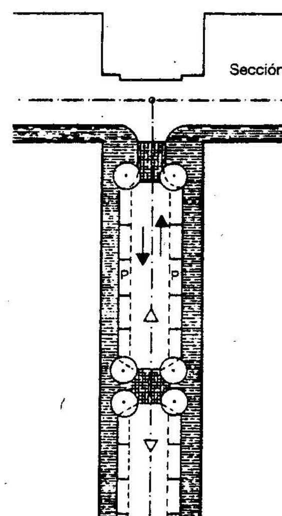
Nº	Medidas (Efecto deseado →)	Desplazar circulación de largo recorrido	Disminuir la velocidad	Acentuar la función residencial	Más seguridad para peatones y niños	Más espacio mov. para peatones y vehic.	Reducción del ruido del tráfico	Apelación al respecto hacia los demás	
A 1	Calles sin salida	●●	○		○		●		
2	Calles anulares	●					○		
3	Calles de dirección única	●				○			
B 1	Cambio material en la calzada		●						
2	Estrechamiento de la calzada	●	●●		●		●		
3	Reestructuración óptica del espacio de la calle	●	●	●●	●		●	●	
4	Obstáculo a la circulación	●	●●		●				
5	Reordenación de los aparcamientos		●●		●				P
6	Adoquinado	●	●●	●●	●	●●	●	●●	
C 1	Señalización "zona residencial"	●	●	●●	●●		●	●	Señales de tráfico 325/326
2	Velocidad máxima 30 km/h		●		●		●		30
3	Cambios de la preferencia de paso	○	●		○				

❶ Ralentización del tráfico en calles de zonas residenciales/Esquema de medidas a adoptar y su grado de eficacia



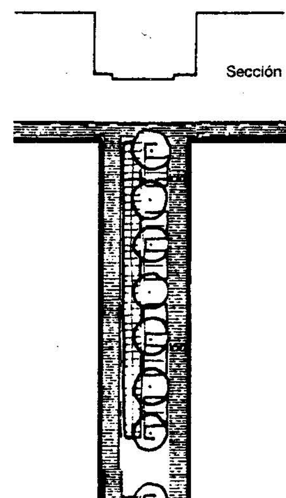
Ámbito exclusivamente peatonal	
Ámbito con prioridad del tráfico lento, p. ej., prioridad para peatones y ciclistas	
Ámbito con prioridad del tráfico motorizado	

❷ Esquema de ordenación de las prioridades de tráfico



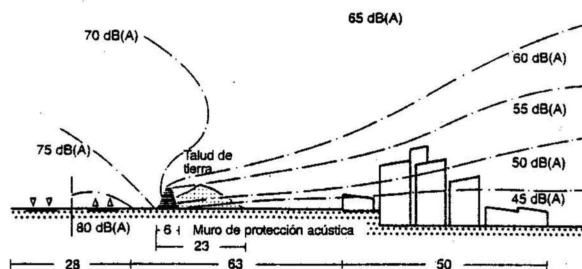
Medidas individuales:
B1 + B2 + B3 + (caso de existir, B4 + B6) + C1 + C2
Mantener la separación entre calzada y acera, sin embargo, reducir la sección de la calzada en beneficio de aceras más anchas - Reducción de la velocidad de circulación mediante un estrechamiento de la calzada - Más espacio y seguridad para los peatones - Mejor diseño mediante una articulación espacial.

❸ Diseño de calles
Propuesta A → ❶

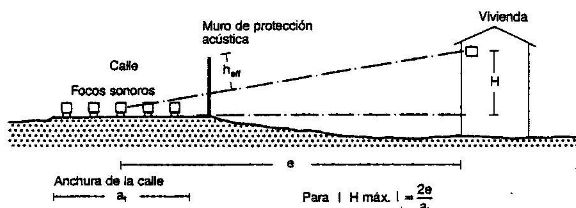


(A3) + B1 + B2 + B3 + B4 + B5 +B6 + C1
Circulación motorizada, aparcamientos y circulación peatonal en una superficie conjunta (superficie mixta) - Es posible usar toda la superficie de la calle para diferentes usos - Limitación de la velocidad a la velocidad del paso humano (20 km/h) - Rediseño global de todo el espacio de la calle respetando los requisitos de habitabilidad de las "calles residenciales".

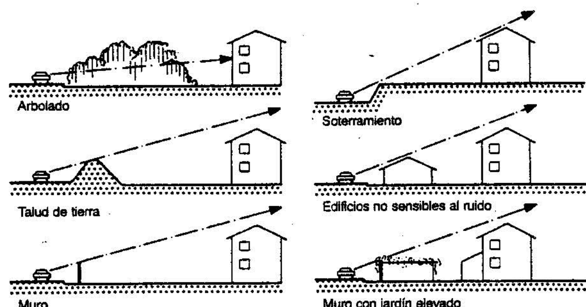
❹ Diseño de calles
Propuesta B → ❶



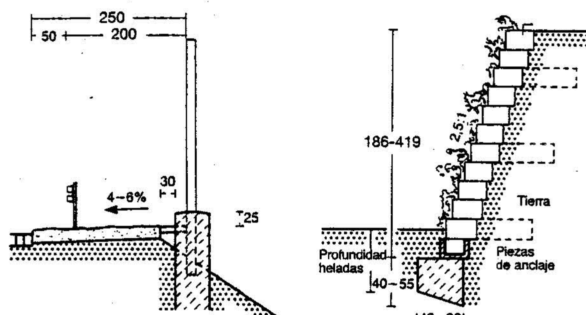
❶ Líneas isofónicas. Efecto de un talud de tierra o un muro de protección acústica en el nivel de intensidad acústica



❷ Diagrama para el cálculo de la altura de un muro de protección acústica

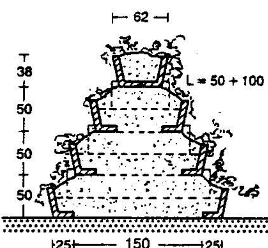


❸ Medidas de aislamiento acústico junto a las carreteras

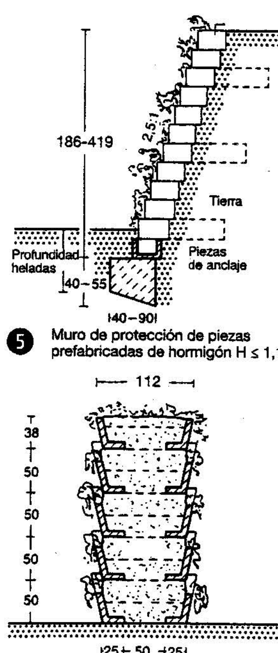


❹ Disposición de muros de protección acústica junto a carreteras

❺ Muro de protección de piezas prefabricadas de hormigón H ≤ 1,19



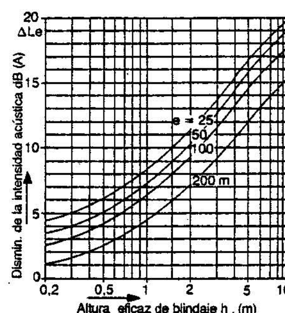
❻ Pirámide de protección acústica



❼ Muro de protección acústica

Directrices para la protección acústica junto a la calle

La progresiva toma de conciencia respecto a los problemas del medio ambiente ha provocado que el aislamiento acústico, sobre todo en los espacios destinados a la circulación, sea cada vez más importante. En especial, la intensidad acústica debida a la densidad viaria y edificatoria exige una protección eficaz en forma de muros de tierra, de protección acústica o pirámides de protección acústica → ❶ – ❼. El ruido de las vías de circulación debe reducirse mediante muros de protección acústica en ≥ 25 dB (A). Esta reducción se denomina Δ LA, R, STR, y en el tráfico por carretera es una medida de aislamiento acústico modificado. Se distingue entre muros de aislamiento acústico por reflexión Δ LA, a, STR., 4 dB (A) y por absorción 4 dB (A) ≤ LA a STR. < 8 dB (A), de alta absorción 8 dB (A) ≤ LA a STR, la norma DIN 18005, parte primera, y las directrices para el aislamiento acústico en calles, RLS-81, ofrecen indicaciones exhaustivas para el cálculo. El alcance del efecto de blindaje de los muros de aislamiento acústico no depende del material, sino en especial de la altura del muro. Su eficacia descansa en la sombra que produce frente al ruido de los vehículos, sin embargo, no queda plenamente garantizada mediante las relaciones ópticas. Debido a la curvatura de las ondas sonoras, una pequeña parte de la energía acústica puede llegar a la zona de sombra. Esta parte es tanto menor cuanto más alta sea la pared y más larga la trayectoria del rayo curvado. La industria ofrece múltiples piezas prefabricadas de hormigón, así como muros de protección acústica de vidrio, madera y acero.



❽ Disminución de la intensidad acústica

	Día	Noche
Zona exclusiva resid. Casas de fin de semana	50	35
Zona residencial Pequeñas urbaniz.	35	40
Pueblo Zonas mixtas	60	45
Núcleo urbano Área comercial	65	50
Zona industrial	70	70
Zona especial	45-70	35-70

Nivel de intensidad acústica de planeamiento para zonas residenciales en dB (A)

Reducción necesaria		10	15	20	25	30	35
Separación necesaria	Prado	75-125	125-250	225-400	375-555	-	-
	Bosque	50-75	75-100	100-125	125-175	175-225	200-250

❾ Reducción del ruido por alejamiento

Altura del talud o muro en m	1	2	3	4	5	6	7
Reducción en dB (A)	6	10	14	16,5	18,5	20,5	23,5

❿ Estimación del nivel de ruido de una calle

Intensidad del tráfico en ambas direcciones durante el día vehículos/h < 10	Disposición de los tipos de calle respecto a la intensidad de tráfico Calle residencial	Separación desde el centro de calzada en m -	Nivel de intensidad acústica 0
10-50	Calle residencial de 2° orden (2 carriles)	> 35 26-35 11-25 ≤ 10	0 I II III
>50-200	Calle residencial de 1er orden (2 carriles)	>100 36-100 26-35 11-25 ≤ 10	0 I II III IV
>200-1.000	Calle en el interior de un pueblo (2 carriles)	101-300 36-100 11-35 ≤ 10	I II III IV
	Carreteras fuera de núcleos urbanos y en zonas industriales y comerciales (2 carriles)	101-300 36-100 11-35 ≤ 10	II III IV V
>1.000-3.000	Calles principales en el interior de la ciudad y de políg. industr. y comerciales (2 carriles)	101-300 36-100 <35	IV IV V
>3.000-5.000	Carreteras principales, accesos a autopistas, autopistas (4-6 carriles)	101-300 ≤ 100	IV V

⓫ Estimación del nivel de ruido de una calle

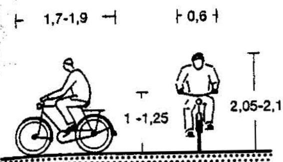
Medios de transporte

VIALES

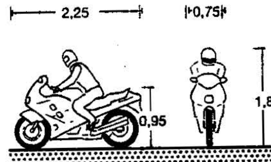
Espacios urbanos
Tipos de viales
Autopistas
Espacios de circulación
Carreteras
Secciones
Nudos viarios
:eras y carriles para bicicletas
'clismo urbano
stacionamiento de bicicletas
Moderación del tráfico
Protección acústica

Vidrio aislante acústico, págs. 109, 113

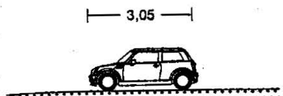
Dimensiones, radios de giro y pesos de los automóviles más frecuentes para calcular la superficie que necesitan las plazas de aparcamiento y los accesos de un garaje.

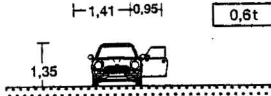


1 Bicicleta

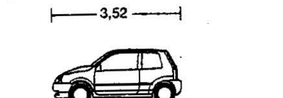


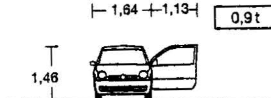
2 Motocicleta



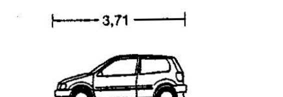


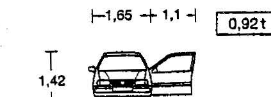
3 Mini



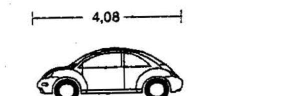


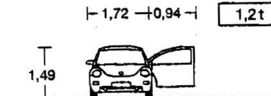
4 Volkswagen Lupo



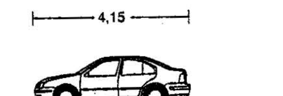


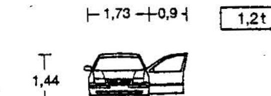
5 Volkswagen Polo



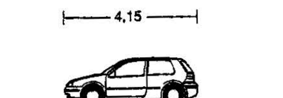


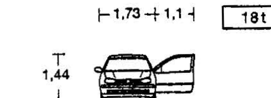
6 Volkswagen Nuevo Escarabajo



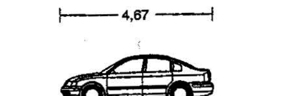


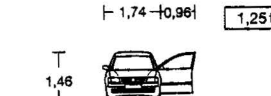
7 Volkswagen Bora



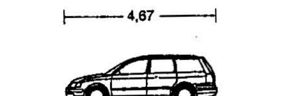


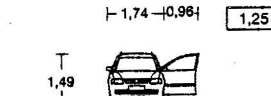
8 Volkswagen Golf



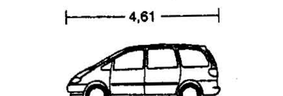


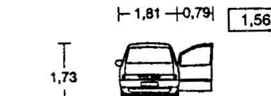
9 Volkswagen Passat



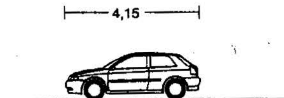


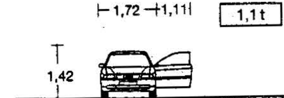
10 VW Passat Familiar



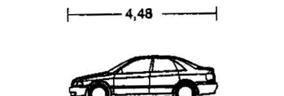


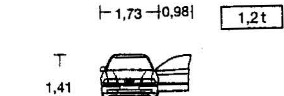
11 Volkswagen Sharan



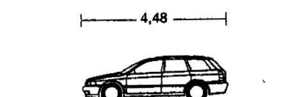


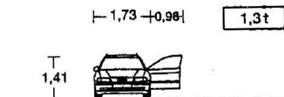
12 AUDI A3



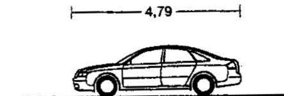


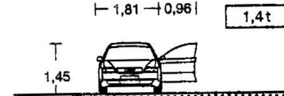
13 AUDI A4



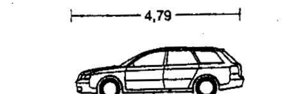


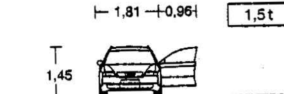
14 Audi A4 familiar



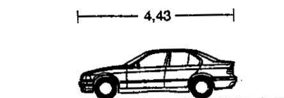


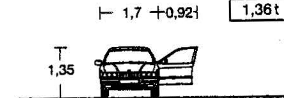
15 Audi A6





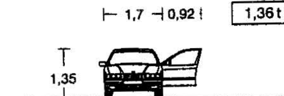
16 Audi A6 familiar





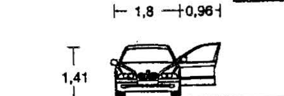
17 BMW serie 3



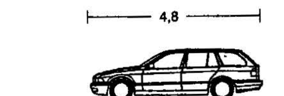


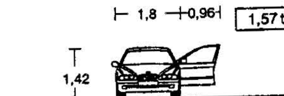
18 BMW serie 3 Touring



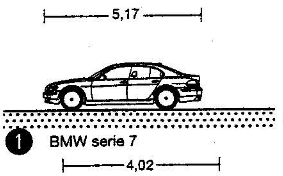


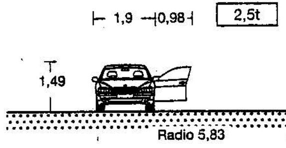
19 BMW serie 5



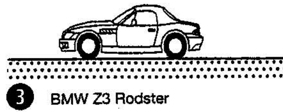


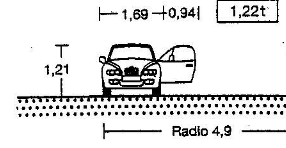
20 BMW serie 5 Touring



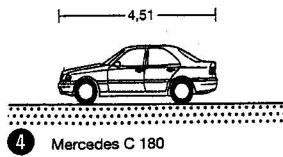


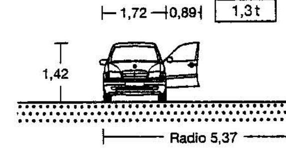
1 BMW serie 7





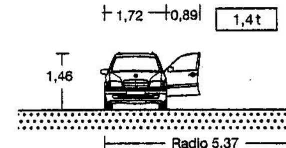
3 BMW Z3 Rodster



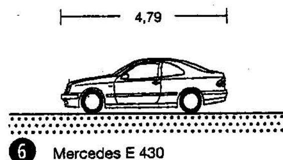


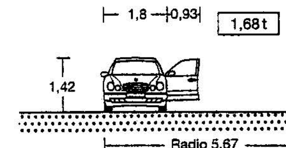
4 Mercedes C 180



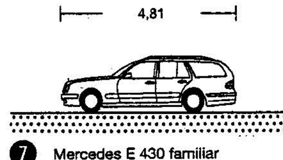


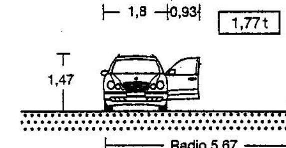
5 Mercedes C 180 familiar



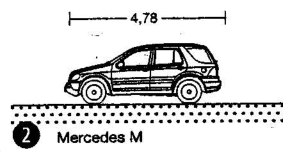


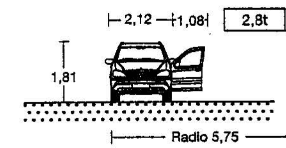
6 Mercedes E 430



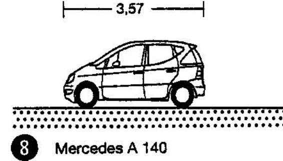


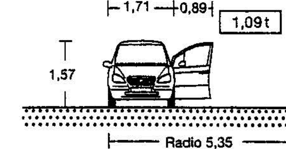
7 Mercedes E 430 familiar



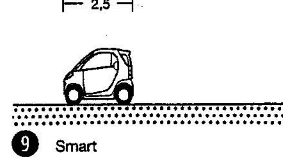


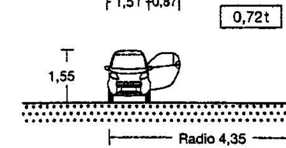
2 Mercedes M



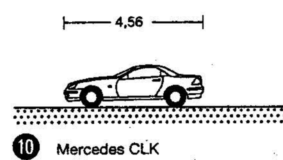


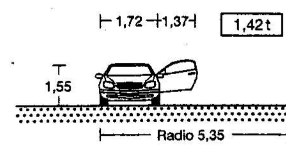
8 Mercedes A 140



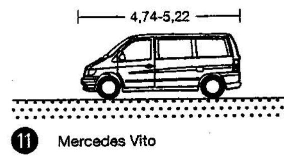


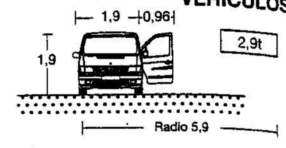
9 Smart



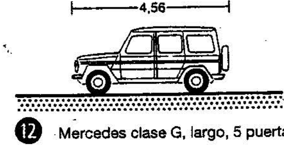


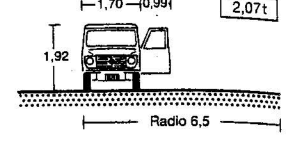
10 Mercedes CLK



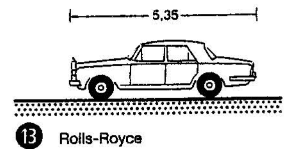


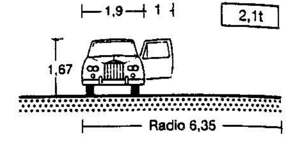
11 Mercedes Vito



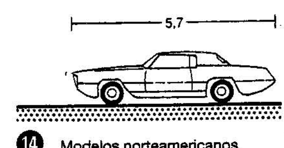


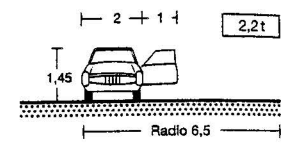
12 Mercedes clase G, largo, 5 puertas



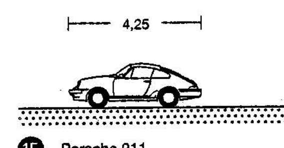


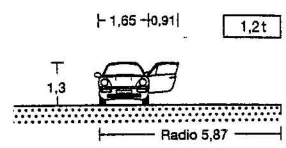
13 Rolls-Royce



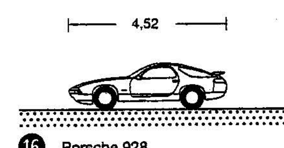


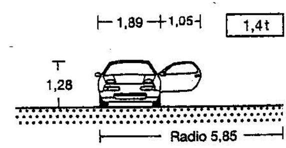
14 Modelos norteamericanos



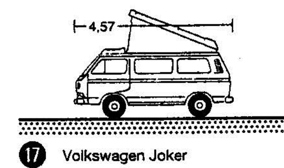


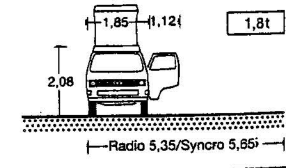
15 Porsche 911





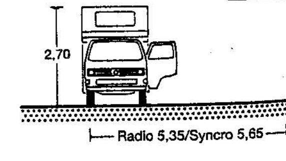
16 Porsche 928



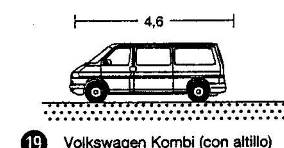


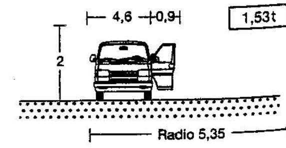
17 Volkswagen Joker





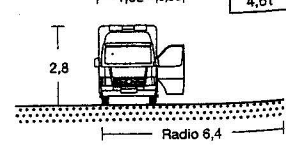
18 Volkswagen Karman-Cheetan, Gipsy





19 Volkswagen Kombi (con altillo)





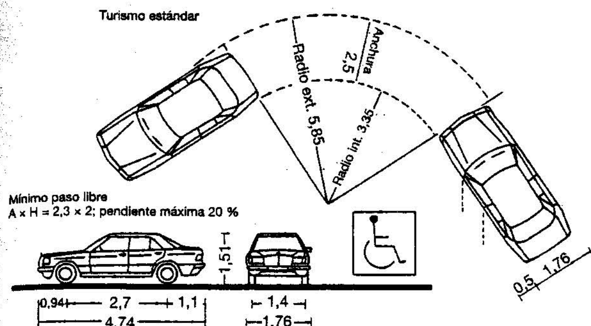
20 Ambulacia/vehículo de rescate

RADIOS DE GIRO

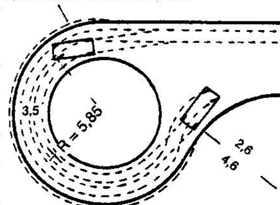
El tamaño y forma de un espacio para girar depende de los vehículos que lo utilicen y de su función en el tejido urbano. Es difícil dar recomendaciones de validez universal para elegir un determinado sistema de giro. Se deben tener en cuenta también las necesidades de los coches de bomberos y los camiones de recogida de basuras. Algunos municipios no permiten construir calles sin salida en las que los camiones de basuras solo pueden salir marcha atrás.

Los espacios para cambiar de sentido pueden tener forma de L o de T → ❹ - ❺, o circunscribir un círculo → ❻ - ❾. Los primeros exigen realizar maniobras. Mejor son las plazoletas de forma circular en las que puede cambiarse de sentido con un único giro.

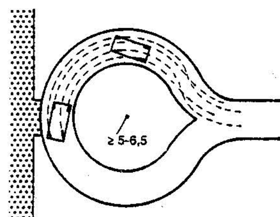
Los espacios destinados a cambiar de sentido deberían ser asimétricos con el círculo desplazado hacia la izquierda → ❻ - ❾. En el perímetro exterior debería observarse espacio suficiente para estacionar sin obstaculizar el giro. En algunos casos puede ajardinarse una isleta interior → ❽. En los espacios con forma de L solo pueden cambiar de sentido los turismos → ❹ y no deberían construirse en calles de más de 6 m de anchura, aunque puedan utilizarse vados o entradas a garaje para maniobrar.



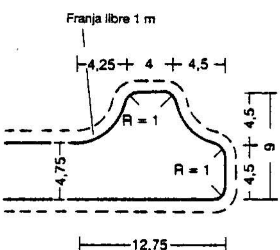
❶ Turismo estándar



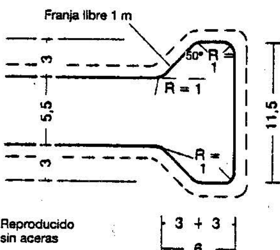
❷ Plazoleta de cambio de sentido para turismos



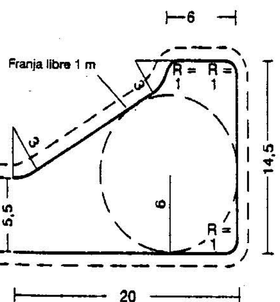
❸ Plazoleta circular de cambio de sentido para turismos; radio de giro ≥ 5 -6,5 m



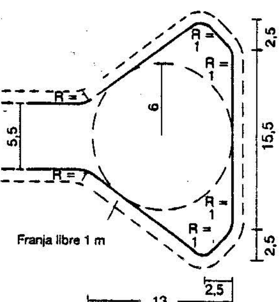
❹ Plazoleta en L de cambio de sentido para turismos



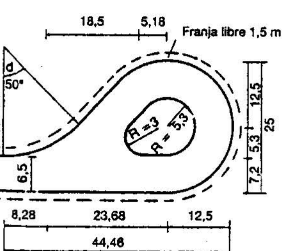
❺ Plazoleta en T de cambio de sentido para turismos y camiones hasta 8 m de longitud (coches de bomberos, camiones de basuras y de 6 t)



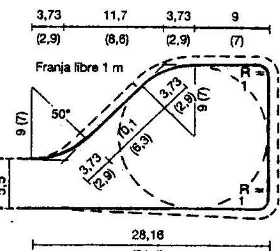
❻ Plazoleta de cambio de sentido para camiones ≥ 10 m de longitud y 22 t, camiones de recogida de basuras de tres ejes



❼ Igual que ❻



❽ Plazoleta de cambio de sentido para camiones y autobuses articulados



❾ Plazoleta de cambio de sentido para camiones de basuras de dos ejes o camionetas de 6 m

Tipo de vehículo	Dimensiones exteriores						
	Long.	Distancia entre ejes	Vuelo Ant.	Vuelo Post.	Anch.	Altura	Radio exterior de giro
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
Bicicleta Ciclomotor Motos	1,9 1,8 2,2				0,6 0,6 0,7	1 1 1	
Turismo	4,74 (4,34)	2,7	0,94	1,1	1,76 (1,68)	1,51	5,85 (5,65)
Camiones: Furgoneta/*roulotte* Camión de dos ejes Camión de tres ejes[1]	 6,89 9,46 10,1	 3,95 5,2 5,3[1]	 0,96 1,4 1,48	 1,98 2,86 3,32	 2,17 2,29 2,5[4]	 2,7 3,8 3,8	 7,35 9,77 10,05
Camión con remolque: Camión (tres ejes)[1] Remolque (dos ejes)	18,71 9,7 7,45	 5,28[1] 4,84	 1,5 1,35[3]	 2,92 1,26	 2,5[4] 2,5	 4 4	 10,3 10,3
Cabina con remolque: Cabina (dos ejes) Remolque (tres ejes)[1]	16,5 6,08 13,61	 3,8 7,75[1]	 1,43 1,61	 0,85 4,25	 2,5[4] 2,5	 4 4	 7,9 7,9
Autobuses: Autocar, Autobús Autocar, Autobús[2] Autocar, Autobús[2] Autobús articulado	 12 13,7 14,95 17,99	 5,8 6,35[2] 6,95[2] 5,98/5,99	 2,85 2,87 3,1 2,65	 3,35 4,48 4,9 3,37	 2,5[4] 2,5[4] 2,5[4] 2,5[4]	 3,7[6] 3,7[6] 3,7[6] 2,95	 10,5 11,25 11,95 11,8
Camiones para la recogida de basura: dos ejes tres ejes tres ejes[2]	 9,03 9,9 9,95	 4,6 4,77[1] 3,9	 1,35 1,53 1,35	 3,08 3,6 4,7	 2,5[4] 2,5[4] 2,5[4]	 3,55 3,55 3,55	 9,4 10,25 8,6
Máximos admitidos: Turismo Remolque Camión con remolque Cabina con remolque Autobús articulado	 12 12 18,75 16,5 18				2,55[4][5]	4[6]	12,5

Observaciones: [1] En camiones de tres ejes el último tándem se considera como un solo eje
[2] En camiones de tres ejes con eje elevable se toma como distancia entre ejes la longitud entre el eje anterior y la primera de las ruedas del tándem
[3] Sin acopladora
[4] Sin espejo retrovisor
[5] Vehículos con sistema de refrigeración hasta 2,6 m
[6] Autobús de dos plantas hasta 4 m

❿ Datos básicos de vehículos → págs. 409-410

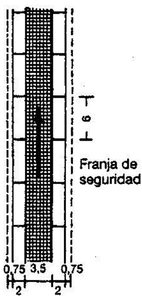
Tipo de calle	Uso del espacio	Vehículo tipo	R (m)	Observación
Camino vecinal, calle vecinal de poco tráfico	Vivienda	Turismo	6	– Radio de giro para trurismos – Para camiones de basura con normativa especial (p. ej., conexión con camino de acceso restringido)
Calle vecinal	Mayoritariamente vivienda	Turismos camiones basura de dos ejes	8	– Radio de giro de microbuses y la mayoría de camiones de basura – Posibilidad de cambiar de sentido maniobrando para todos los vehículos de transporte público
Calle vecinal	Vivienda y comercio	Turismos camiones de basura, camiones de tres ejes, autobuses, autobuses articulados	10 11 12,5	– Radio de giro suficientemente grande para la gran mayoría de camiones y autobuses articulados – Radio de giro para autobuses nuevos – Radio de giro para autobuses articulados
	Sobre todo uso industrial	Camión con remolque Autobús articulado	12,5	– Radio de giro para los vehículos de mayor tamaño admitidos
En el perímetro de las plazoletas de cambio de sentido debería dejarse una franja libre de 1 m de ancho				

⓫ Recomendaciones para determinar el radio de giro (R)

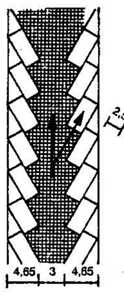
EDIFICIOS DE APARCAMIENTO

PLAZAS DE APARCAMIENTO

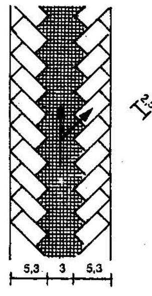
Las plazas de aparcamiento suelen estar delimitadas por franjas de 12-20 cm de anchura pintadas de color blanco o amarillo. Para una mayor visibilidad, en las plazas delimitadas por una pared, estas franjas se pintan a una altura de aprox. 1 m. Como delimitación también se pueden utilizar bordillos laterales de 50-60 cm de longitud, 20 cm de anchura y 10 cm de altura. En las plazas de aparcamiento que delimitan con paredes o pilares prever la colocación de protecciones de goma → ⓯. En las plazas enfrentadas se han de colocar topes de delimitación de aprox. 10 cm de altura → ⓯.



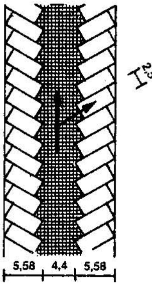
❶ Aparcamiento en paralelo



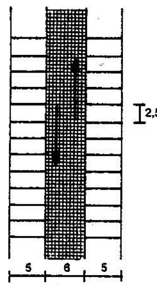
❷ Aparcamiento a 30°; acceso fácil, circulación en un sentido



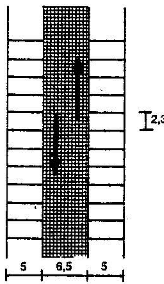
❸ Aparcamiento a 45°, sentido único



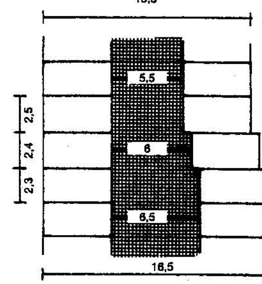
❹ Aparcamiento a 60°, sentido único



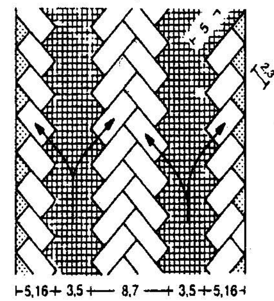
❺ Aparcamiento a 90°, de doble sentido. Anchura de las plazas: 2,5 m



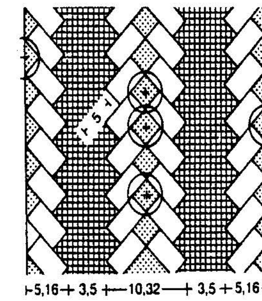
❻ Aparcamiento a 90°, doble sentido. Anchura de las plazas: 2,3 m



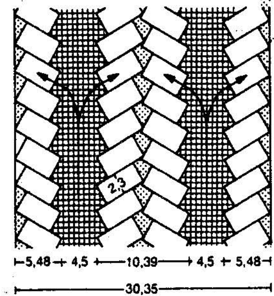
❼ Plazas de aparcamiento y anchura de carril



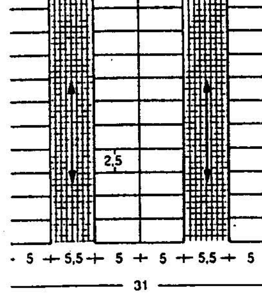
❽ Aparcamiento a 45°, circulación en un único sentido



❾ Aparcamiento solo en el sentido de circulación (espacio para ajardinamiento)



❿ Aparcamiento a 60°, solo en el sentido de circulación



⓫ Aparcamiento a 90°, calle de 5,5 m de anchura. Plazas de aparcamiento de 2,5 m de anchura

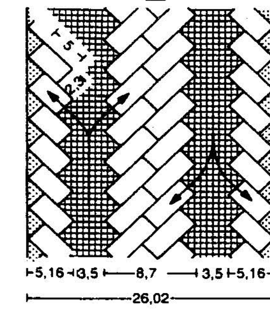
Disposición de las plazas	Superficie necesaria por plaza en m²	Número de plazas por cada 100 m²	Número de plazas por cada 100 m lineales
→ ❶ 0° en paralelo. Es difícil entrar y salir. Apropiada para calles estrechas	22,5	4,4	17
→ ❷ 30° en diagonal. Es relativamente fácil entrar y salir. Óptimo aprovechamiento de la superficie	30,8 (27,6)	3,2 (3,6)	20 (21)
→ ❸ 45° en diagonal. Es fácil entrar y salir. Aprovechamiento relativamente bueno de la superficie. Disposición más usual	24 (21,7)	4,2 (4,6)	29 (31)
→ ❹ 60° en diagonal. Es fácil entrar y salir. Buen aprovechamiento de la superficie. Disposición bastante usual	22,5 (20,5)	4,4 (4,9)	34 (37)
→ ❺ y ❻ 90° en perpendicular (anchura de las plazas 2,5 m). Los vehículos han de girar con un radio muy pequeño	20 (19)	5 (5,3)	40 (44)

Valores indicados son válidos para una anchura de la plaza de aparcamiento de 2,5 m. Los valores entre paréntesis (anchura de plaza de 2,3 m) deben ser utilizados solo en casos excepcionales justificados

⓬ Tabla de superficies necesarias

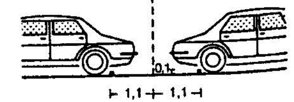
Ángulo entre la calzada y las plazas de aparcamiento en garajes	Anchuras de calzada necesarios (en mm) según anchura de plazas de aparcamiento		
	2,3 m	2,4 m	2,5 m
90°	6,5 m	6 m	5,5 m
75°	5,5 m	5,25 m	5 m
60°	4,5 m	4,25 m	4 m
45°	3,5 m	3,25 m	3 m
hasta 30°	3 m	3 m	3 m

⓭ Tabla de anchura del vial de acceso (anchura de plazas de 2,5 m es estándar. En lo posible, este valor no debe ser reducido en áreas públicas)



⓮ Disposición en diagonal



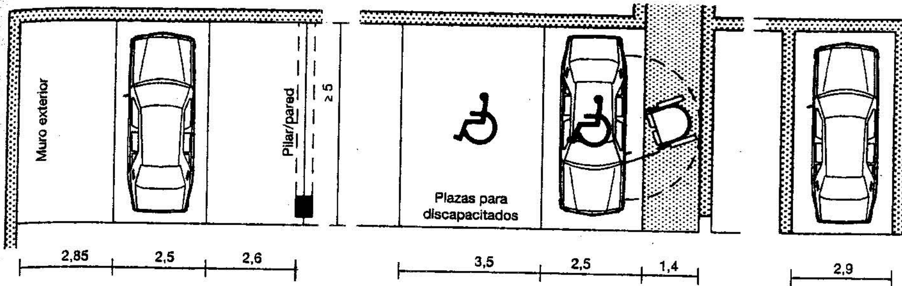


⓯ Topes y protecciones de goma

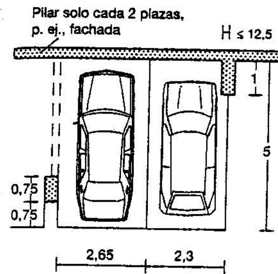
EDIFICIOS DE APARCAMIENTO

PLAZAS DE APARCAMIENTO

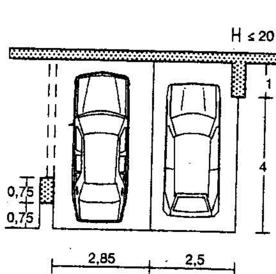
Cuando las plazas de aparcamiento están delimitadas por muros o pilares, su anchura debe aumentar 10 cm por cada lado que presente alguno de estos obstáculos → ❶ – ❸. Esta regla no es válida en plataformas de elevación ni en garajes automáticos. Si la plaza de aparcamiento limita con una acera, carril de bicicletas o mediana, y está separada de ellos con un bordillo, el bordillo se toma como tope → ❹ + ❽. Los ejemplos → ❺ – ❼ muestran diversas posibilidades de integrar las plazas de aparcamiento en el entorno sin disminuir por ello su funcionalidad. Es posible rehundir o cubrir con tejados vegetales las plazas de aparcamiento para así aumentar las superficies libres. El ajardinado de las mismas eleva la calidad del espacio, y no solo desde el punto de vista compositivo, sino que proporciona también sombra y mejora las condiciones medioambientales (absorción del polvo) → ❼.



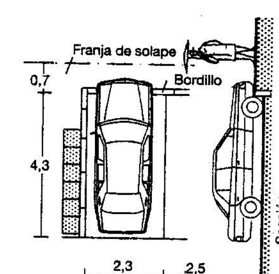
❶ Cuando las plazas de aparcamiento están delimitadas por pilares o paredes, se aumenta su anchura



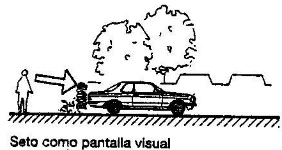
❷ Aparcamiento constreñido dentro de un edificio



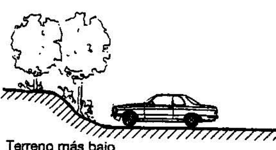
❸ Aparcar y desaparcar cómodos



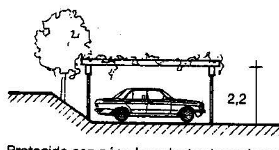
❹ Con bordillo de tope



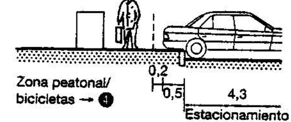
Seto como pantalla visual

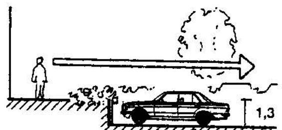


Terreno más bajo

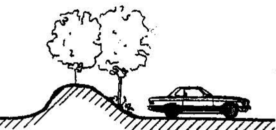


Protegido con pérgola y plantas trepadoras

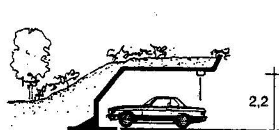




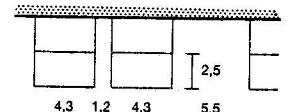
❺ Estacionamiento rehundido



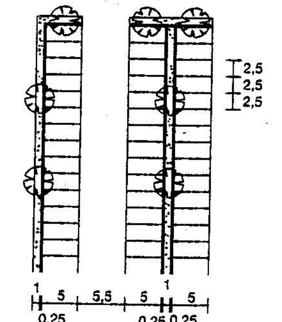
❻ Aparcamiento tras un terraplén



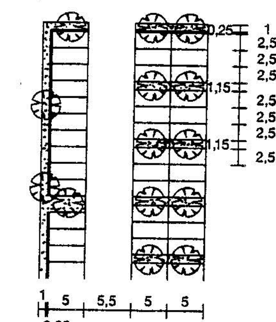
❼ Con cubierta vegetal



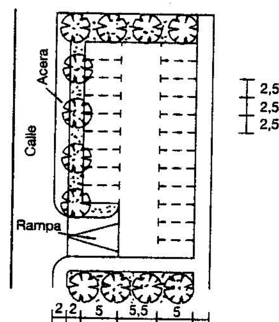
❽ Disposición en bloque



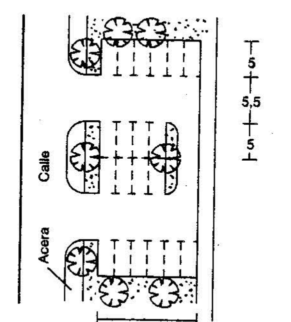
❾ Aparcamiento con vegetación



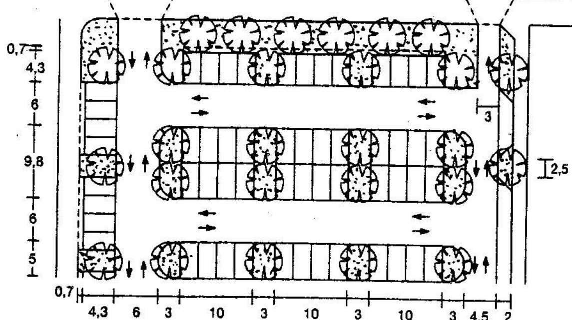
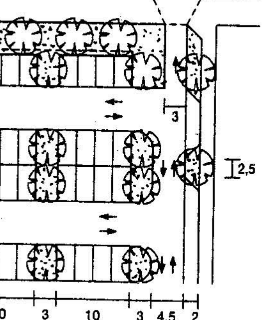
❿ Vegetación en sentido transversal a la calzada



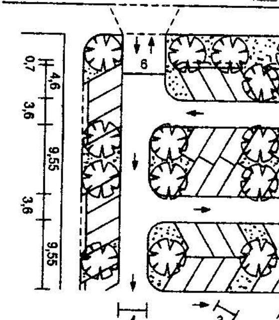
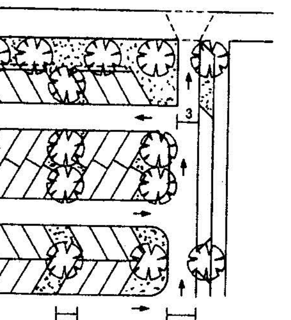
⓫ Aparcamiento rehundido → ❺ - ❻



⓬ Estacionamiento al lado de la calle

⓭ Ejemplo de aparcamiento para turismos

⓮ Variante: aparcamiento para turismos en diagonal

Medios de transporte

EDIFICIOS DE APARCAMIENTO

Vehículos
Radios de giro
Plazas de aparcamiento
Garajes-aparcamientos
Rampas
Ordenanza sobre garajes y aparcamientos
Sistemas de aparcamiento
Vehículos, camiones
Camiones, estacionamiento y giros
Áreas de servicio
Estaciones de servicio
Centros de lavado de coches

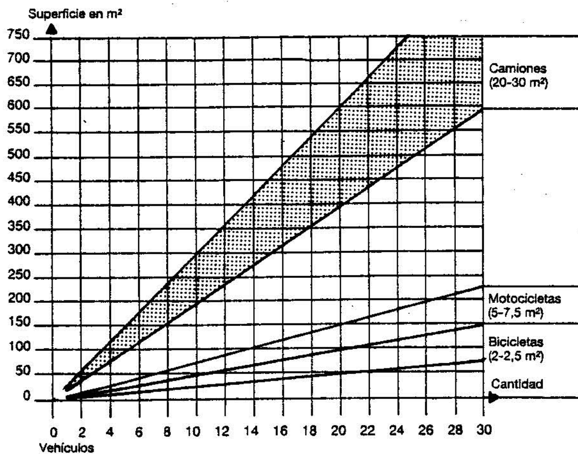
GARAJES-APARCAMIENTOS

La distribución de viales de acceso y plazas de aparcamiento se rigen, en principio, por las mismas exigencias que en los edificios de aparcamiento. La ordenanza alemana para distribución de garajes dicta una anchura mínima de 2,3 m por plaza . Sin embargo, la Asociación Alemana de Investigación de Carreteras y Transporte recomienda una anchura de 2,5 m en aparcamientos públicos, debido al aumento de las dimensiones de vehículos.

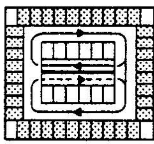
Los elementos estructurales (forjados, muros, pilares, vigas) deben ser resistentes al fuego. En garajes abiertos se deben emplear materiales ignífugos. En los edificios de aparcamiento y garajes subterráneos se aconseja una altura libre de 2,2 m. Debería contarse con 25 cm adicionales para la señalización de orientación de peatones y conductores; la instalación posterior de una nueva capa de pavimento requiere 5 cm más; por tanto, lo óptimo es disponer una altura total de 2,5 m más la estructura; por lo que, según el tipo estructural elegido, resultará una altura entre plantas de 2,75 a 3,5 m. Una retícula de pilares relativamente estrecha puede —con una distribución adecuada de la planta— reducir considerablemente los costes de construcción sin detrimento de la funcionalidad → ❷ - ❸. En las estructuras de grandes luces, los pilares ocupan entre un 7-12 % menos de superficie en planta → ❹.

Las rampas y las pendientes se deben dimensionar y proyectar de acuerdo con la ilustración → ❽. Las rampas, rectas o helicoidales, con plazas de aparcamiento incorporadas, se forman inclinando los forjados de las plantas → pág. 405; en forma helicoidal con aparcamiento a ambos lados del carril de circulación → ❻. Con el diagrama → ❶ puede predimensionarse la superficie necesaria para un determinado número de plazas de aparcamiento en fase de anteproyecto. Los ejemplos muestran diferentes formas de edificios de aparcamientos y la disposición de las rampas en cada caso.

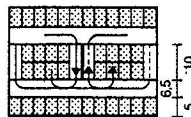
Las estructuras de hormigón armado (in situ o de piezas prefabricadas) son las que mejor satisfacen la normativa de protección contra incendios. Las estructuras de acero se suelen construir por regla general como sistema estructural secundario y, por motivos de protección contra incendios, suelen revestirse con hormigón, placas de asbesto o revoco con vermiculita. En los garajes debe preverse una sobrecarga de uso significativa: 3,5 kN/m² en las plazas de aparcamiento y 5 kN/m² en las rampas. En las cubiertas ajardinadas: 10 kN/m².



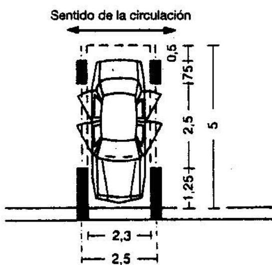
❶ Superficies necesarias para aparcamientos incluidas las superficies de circulación → pág. 402, tabla ⓬



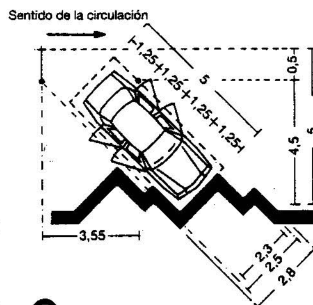
❷ Rampa longitudinal, medidas exactas, pág. 402



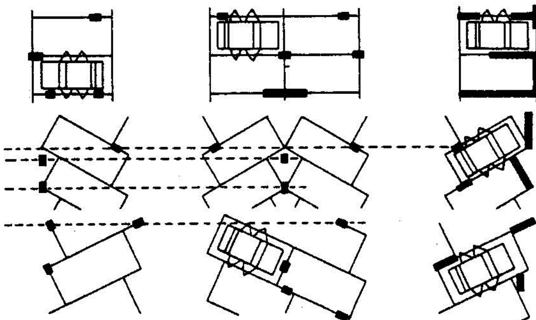
❸ Rampa cruzada



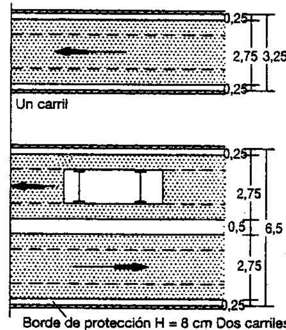
❹ Posible disposición de los pilares; aparcamiento en perpendicular



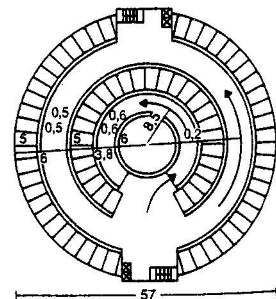
❺ Aparcamiento a 45°



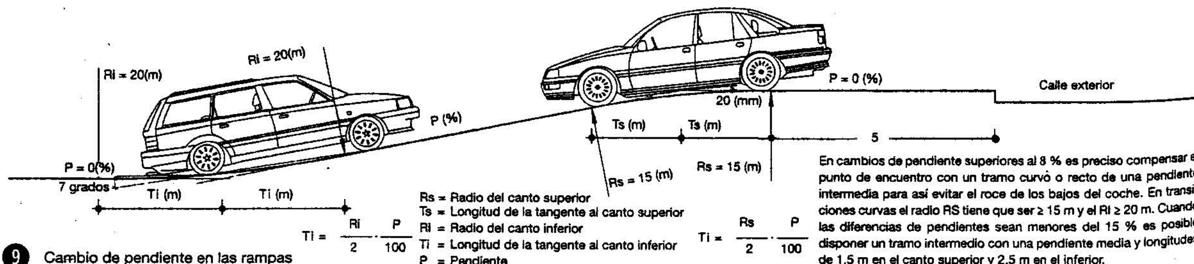
❻ Posible disposición de pilares



❼ Anchura mínima de rampas de tramos rectos



❽ Rampa de forma helicoidal con plazas de aparcamiento incorporadas



❾ Cambio de pendiente en las rampas

EDIFICIOS DE APARCAMIENTO

RAMPAS

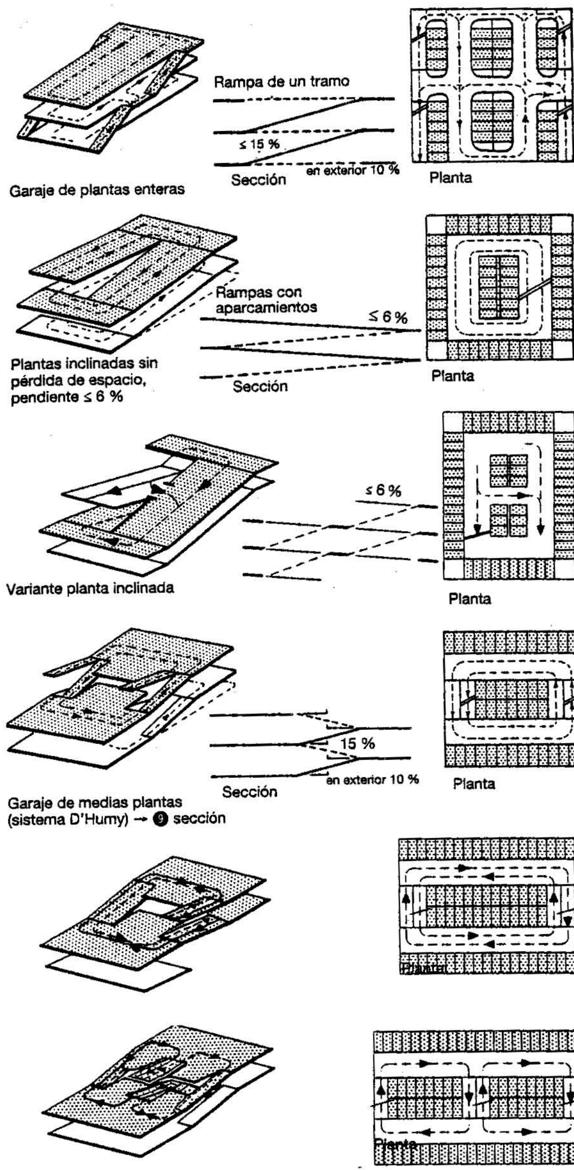
Para salvar las diferencias de altura y para el acceso a cada una de las plantas **del garaje** existen diferentes sistemas de rampas. La pendiente de las rampas no debería ser ≥ 15 %, aunque en garajes pequeños puede llegar hasta el 20 %. Entre la superficie pública de circulación y las rampas con una pendiente superior al 5 % debe existir una superficie horizontal de ≥ 5 m de longitud; en rampas para turismos, una superficie con una inclinación de hasta el 10 % de ≥ 3 m de longitud. Las alternativas de disposición y desarrollo de las rampas pueden agruparse en cuatro grupos → ❶.

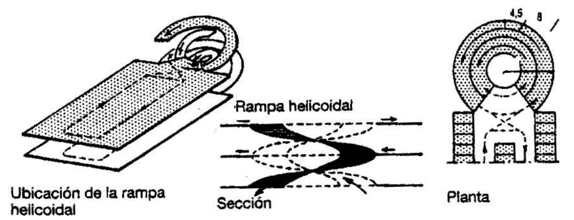
Rampas rectas de comunicación entre varias plantas con descansillos intermedios, dispuestas una a continuación de otra o en paralelo; rampas independientes de bajada y subida.

Plantas inclinadas (no se necesitan rampas adicionales). Toda la superficie destinada a aparcamiento está formada por planos inclinados. Es un sistema que permite un gran ahorro de espacio, pendiente ≤ 6 %.

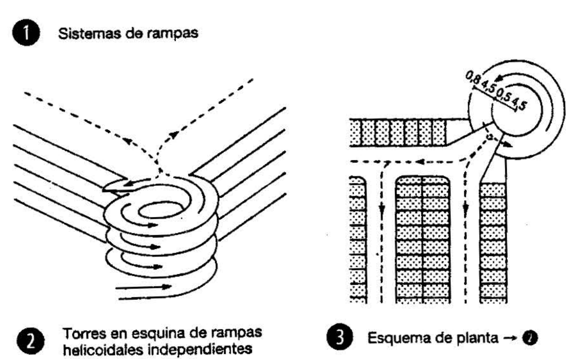
Garaje de medias plantas (rampas D'Humy): las superficies de aparcamiento están desplazadas media planta, la diferencia de altura se salva con rampas cortas → ❶, ❻ - ❽.

Las rampas helicoidales implican un sistema constructivo bastante complicado y con poco control visual. Por ser de forma circular, las superficies sobrantes son de difícil aprovechamiento → ❶ - ❺. Las piezas de las rampas helicoidales deben tener una pendiente transversal ≤ 3 %. Radio interior de la rampa ≥ 5 m. En grandes garajes, cuando no existan recorridos independientes para los peatones, las rampas deben tener una acera elevada de ≥ 80 cm de ancho. La anchura de los carriles de entrada y de salida de los garajes de tamaño medio o grande debe ser al menos de 3 m para el tránsito de automóviles de hasta 2 m de anchura y 3,5 m para el tránsito de vehículos de mayor anchura.



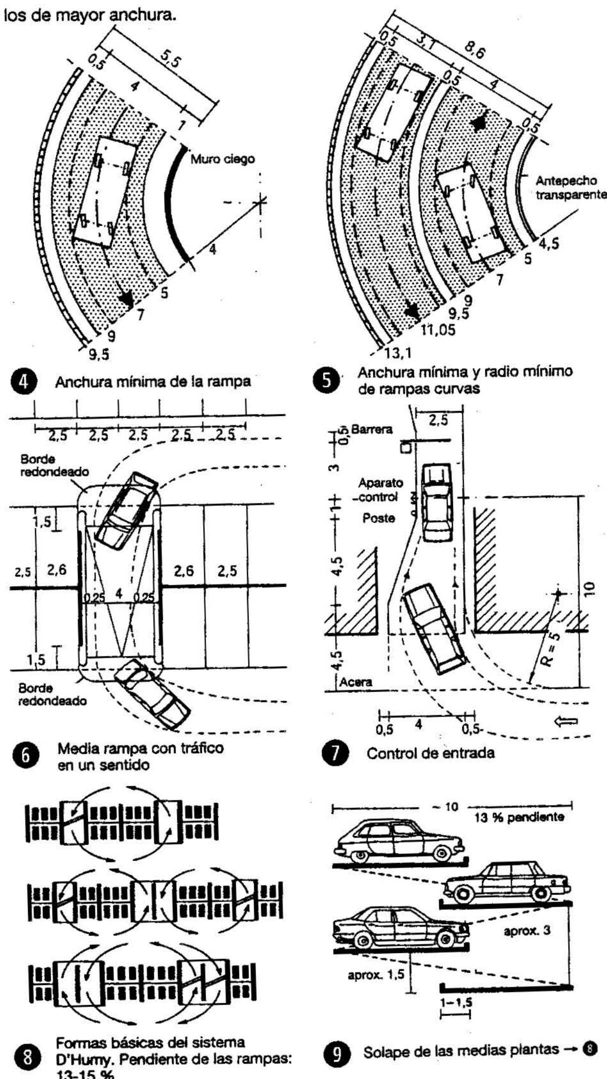


❶ Sistemas de rampas



❷ Torres en esquina de rampas helicoidales independientes

❸ Esquema de planta → ❶



❹ Anchura mínima de la rampa

❺ Anchura mínima y radio mínimo de rampas curvas

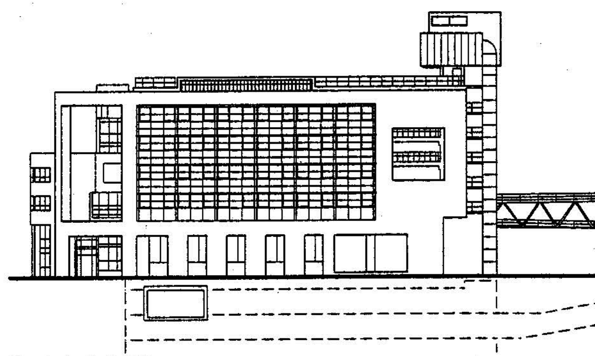
❻ Media rampa con tráfico en un sentido

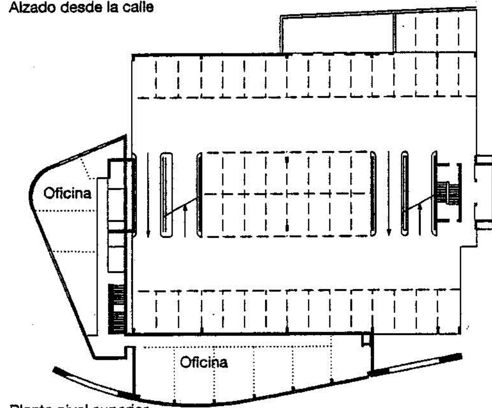
❼ Control de entrada

❽ Formas básicas del sistema D'Humy. Pendiente de las rampas: 13-15 %

❾ Solape de las medias plantas → ❽

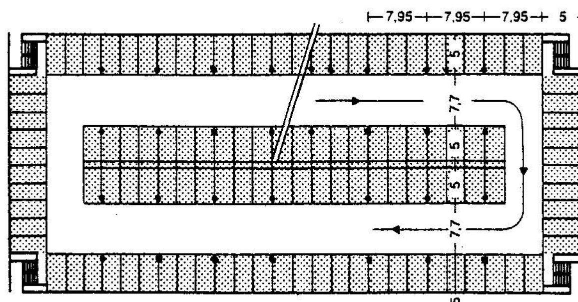
ORDENANZA SOBRE GARAJES Y APARCAMIENTOS





❶ Edificio de aparcamiento con oficinas en el área de la fachada — Arqs.: Kister Scheithauer Gross





❷ Edificio de aparcamiento con viales de acceso en rampa

Según la ordenanza alemana de aparcamientos, la superficie útil será: garajes pequeños: ≤ 100 m²; garajes medianos: 100-1.000 m²; y garajes grandes: ≥ 1.000 m². Los garajes subterráneos son aquellos cuyo nivel de suelo está a ≥ 1,3 m de media bajo el nivel de terreno. Los garajes grandes deben tener entradas y salidas separadas, y estar ubicados cerca de puntos de tráfico importante, como estaciones de tren, aeropuertos, centros comerciales, teatros, cines, edificios de oficinas y administrativos o grandes complejos residenciales.

Los garajes medianos y grandes deben tener una altura libre de 2 m como mínimo en las zonas transitables por peatones, incluso bajo vigas, conductos de ventilación y otros elementos constructivos. En general, la planta baja debe tener más altura, pues en la mayor parte de los casos se destina a otros usos.

Recorridos de evacuación de máx. 30 m hasta las cajas de escalera o las salidas.

Para furgonetas = 2,5 m. Cargas sobre forjados DIN 1055; los garajes abiertos tienen aberturas repartidas que dan directamente al exterior y que no se pueden cerrar (tamaño = un tercio del total de la superficie de los muros perimetrales, los muros paralelos opuestos tienen una distancia de 70 m como máx.), lo que permite una ventilación cruzada constante aun con elementos de protección climática.

Para las medidas mínimas de entradas y salidas de vehículos, así como la anchura de los viales de acceso, debe tenerse en consideración que estos no comprenden superficies antepuestas para iniciar giros en curvas. En encuentros de rampas con viales en ángulo recto debe preverse espacio adicional para la entrada en curva y cumplirse los radios mínimos de giro. La conducción debe ser factible también para vehículos grandes sin necesidad de maniobras, pág. 405 → ❻. El trazado proyectado debe comprobarse necesariamente con los radios de giro correspondientes de pared a pared.

Criterios para la calidad de los edificios de aparcamiento:

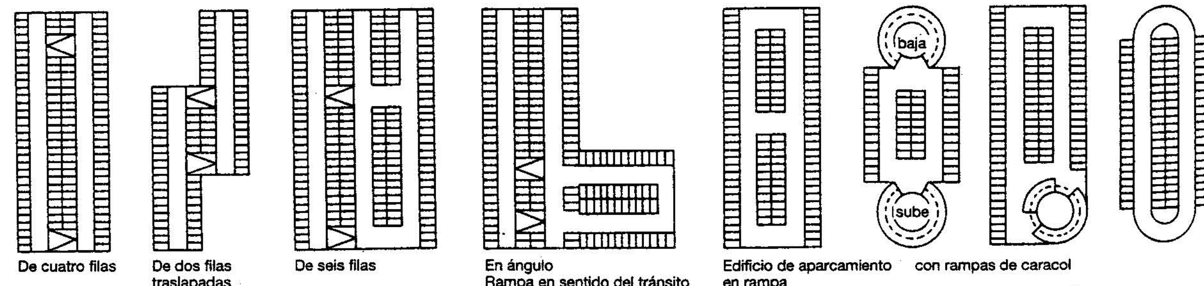
Las fachadas de garajes-aparcamientos deben adaptarse a la escala de su entorno. Es aconsejable aprovechar la zona de la fachada con otros usos, como, p. ej., oficinas → ❶. Otros criterios: inclusión en el contexto urbano, iluminación y ventilación naturales, ajardinamiento, sistema de tarifas sencillo, conexión propicia al transporte público.

Seguridad en la utilización:

Vídeovigilancia, superficies acristaladas a vestíbulos (tener presente exigencias de protección contra incendios), comunicación visual con el exterior, visibilidad a través de una distancia máxima posible entre pilares, colores claros y diferentes en cada piso, identificación de las plazas para encontrarlas.

Valores tipo de equipamiento sanitario en garajes grandes	
Personal de vigilancia y mantenimiento:	1 inodoro, 1 lavabo, 1 fregadero
50-100 plazas Mujeres:	1 inodoro, 1 lavabo
Hombres:	1 inodoro, 1 lavabo 1-2 urinarios

❸ Tabla de equipamiento sanitario en garajes grandes



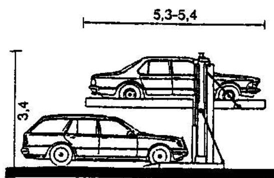
❹ Ejemplos de distribución de plazas y rampas

SISTEMAS DE APARCAMIENTO

Los sistemas de aparcamiento se utilizan principalmente en aparcamientos privados. Para el dimensionado y la elección del sistema deben tenerse en cuenta tipos de vehículos más altos que los normales (p. ej., todoterrenos, monovolúmenes, vehículos deportivos utilitarios).

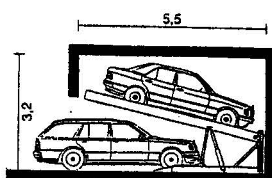
Es posible aparcar dos coches en garajes individuales mediante el empleo de plataformas móviles de funcionamiento eléctrico → ❶ + ❷ que, en caso de fallo de suministro, se accionan con una bomba manual. Plataforma para aparcar hasta tres turismos → ❼ + ❽, adecuadas tanto para garajes en hilera situados en patios como para edificios de aparcamiento con cuadro de mandos en la conserjería. Carga por plaza de aparcamiento 2.500 kg. Pendiente de la entrada y la salida ≤ 14 %. En los sistemas → ❿ + ⓫ los coches son colocados sobre unas plataformas que, activadas desde el cuadro de mandos, se desplazan hasta dejar libre el acceso.

Las plataformas móviles en sentido longitudinal se desplazan al pulsar un botón y pueden moverse sobre las que no estén ocupadas→ ⓫. El desplazamiento en sentido transversal → ❿ se emplea allí donde la profundidad permita colocar dos, tres o más hileras de aparcamientos, sucesivamente, y los viales para acceder a las plazas ocupen demasiado espacio. Las plataformas móviles se colocan en sentido transversal frente a plazas de garajes fijas, a las cuales se accede desplazando las plataformas. Ascensores/plataformas → ❶ – ❾ aparcamiento condicionado. Cuando estas instalaciones se colocan al aire libre, solo es posible emplear plataformas horizontales → ❶. Véase también pág. 408.

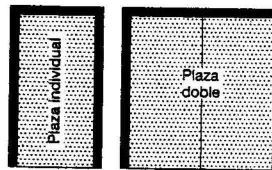


También al aire libre

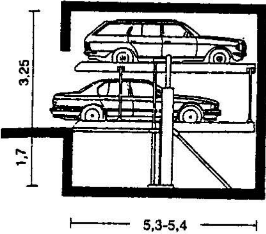
❶ Aparcamiento condicionado de dos vehículos



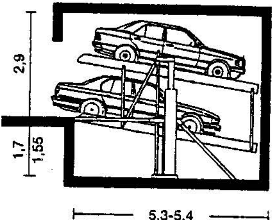
❷ Aparcamiento condicionado inclinado y sin foso



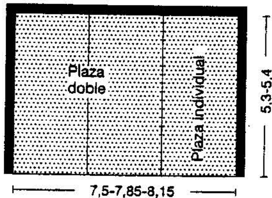
❸ Planta



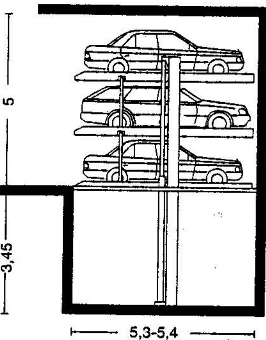
❹ Aparcamiento independiente superpuesto (doble-cuádruplo)



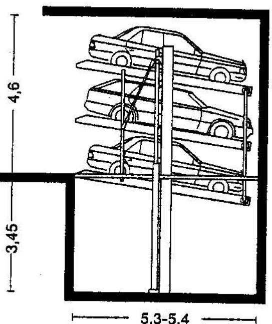
❺ Aparcamiento independiente en espacio mínimo



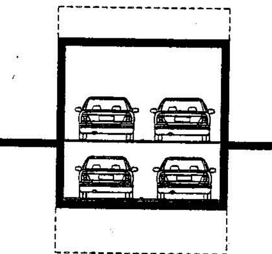
❻ Planta

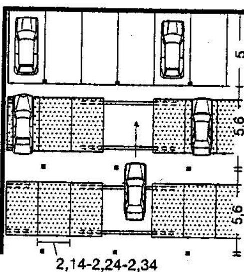


❼ Tres plazas de garajes móviles en posición horizontal

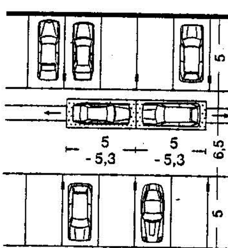


❽ Móviles en posición inclinada

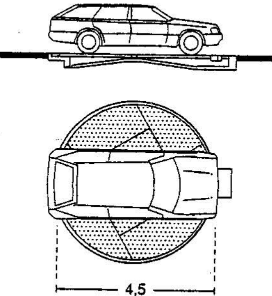

❾ Ascensor en instalación doble → ❸ + ❻



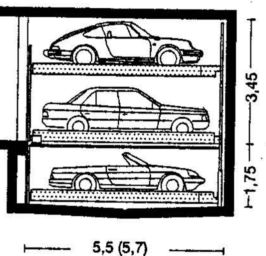
❿ Plataforma móvil en sentido transversal

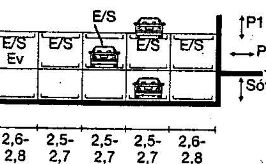


⓫ Plataforma móvil en sentido longitudinal

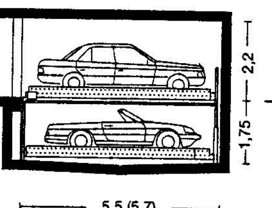


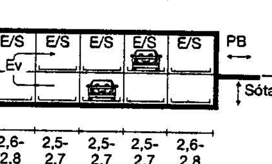
⓬ Plataforma giratoria (360°)



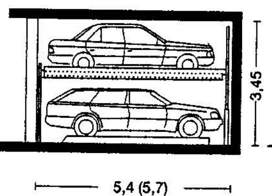


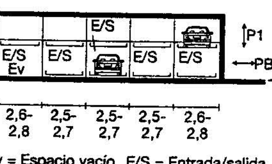
⓭ Ascensor combinado de tres niveles con foso





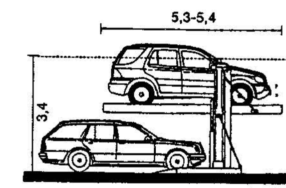
⓮ Ascensor combinado de dos niveles con foso





Ev = Espacio vacío E/S = Entrada/salida

⓯ Ascensor combinado de dos niveles



⓰ En sistemas de aparcamiento, tener en cuenta distintas alturas de los vehículos.

EDIFICIOS DE APARCAMIENTO

SISTEMAS DE APARCAMIENTO

Aparcamientos robotizados → ❶. Esta sencilla instalación se integra en edificios de aparcamiento de varias plantas y sustituye a las rampas (generalmente por problemas de espacio). El ascensor eleva el vehículo y a su conductor a la planta deseada. A partir de ahí, el transporte horizontal corre a cargo del conductor del coche. Promedio de plazas de aparcamiento: entre 8-30 en uno o dos niveles.

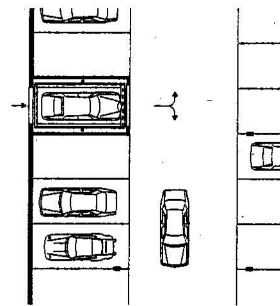
En las **torres de aparcamiento → ❾ – ❿** totalmente mecanizadas se obtiene superficie para estacionamiento en altura. Los vehículos no se desplazan de forma horizontal. El ascensor los eleva a un nivel donde hay una plaza de aparcamiento a la derecha y otra a la izquierda. Las torres con una capacidad para 10-40 automóviles son ideales para aprovechar vacíos de edificación. Estas pueden construirse tanto sobre el suelo como enterradas.

Estantería de almacenamiento → ❻ con transporte de vehículos tanto horizontal como vertical. Por su complejidad, este sistema es indicado para grandes instalaciones y, en teoría, puede extenderse en longitud y en altura tanto como se quiera.

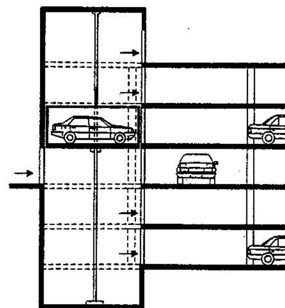
Los aparcacoches de revolución → ❼ – ❽ se suministran con sistema de motor horizontal o vertical, por lo común con 20-40 plataformas que circulan hasta conseguir una plataforma libre o hasta que el coche recogido llegue a la cabina de entrada. La ventaja de los aparcacoches verticales es la reducida superficie en planta que precisan; aprox. 50 m² para unos 20 coches. Los horizontales, por su parte, resultan más adecuados para ser enterrados.

Aparcamientos cilíndricos → ⓫ – ⓮. Los puestos de estacionamiento son interiores y dispuestos en círculo; aprox. 10 vehículos/planta. Es posible construir 10-12 niveles, la mayoría enterrados. El acceso a las plazas de aparcamiento se realiza por un ascensor giratorio o bien los aparcamientos dan vueltas en torno al ascensor.

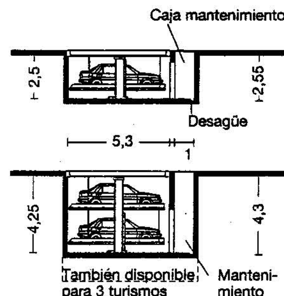
Aparcacoches en hilera → ❹ – ❻. Mediante el movimiento longitudinal y transversal sincopado en uno o más niveles es posible conseguir entre 6 y 24 plazas de aparcamiento. Para maniobrar es necesario que queden dos plazas vacías por cada planta. Movimiento vertical mediante ascensor de transmisión con cadenas.



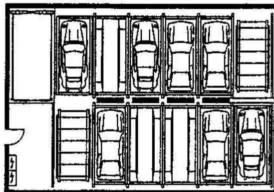
❶ Aparcamiento con ascensor



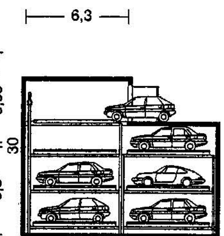
❷ Aparcamiento sin rampa Sección → ❶



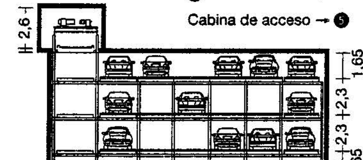
❸ Garaje enterrado (Wöhr)



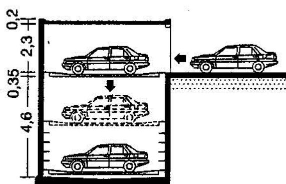
❹ Aparcacoches en hileras (Wöhr)



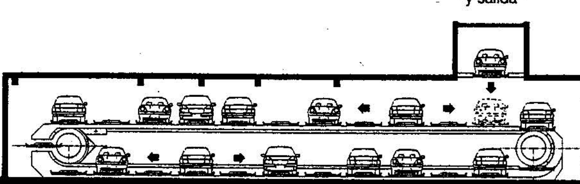
❺ Sección transversal → ❹



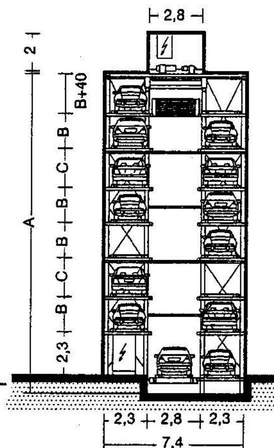
❻ Sección longitudinal → ❹



❼ Aparcacoches de revolución

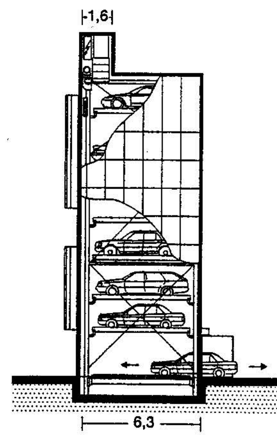


❽ Sección longitudinal → ❼ (Pristinger)

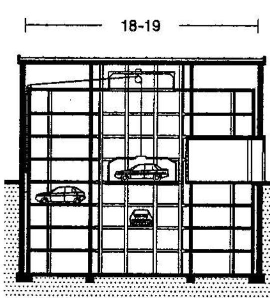


Núm. niveles	Plazas aparcamiento	Coche hasta altura 175 cm B = 188 cm C = 208 cm A
2	5	646 cm
3	7	854 cm
4	9	1.042 cm
5	11	1.230 cm
6	13	1.438 cm
7	15	1.626 cm
8	17	1.814 cm

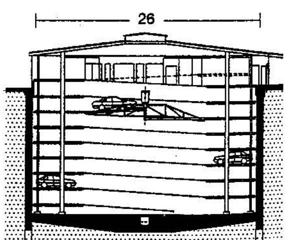
❾ Sección longitudinal torre (Wöhr)



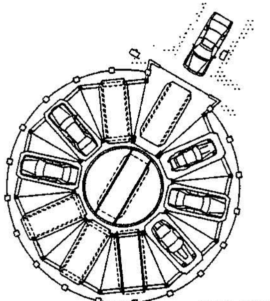
❿ Sección transversal → ❾



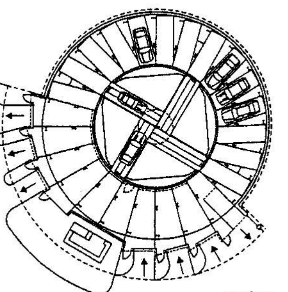
⓫ Sección → ⓬



⓭ Sección → ⓮



⓬ Aparcamiento cilíndrico de 10 coches/planta (Meyer)



⓮ Aparcamiento cilíndrico de 24 coches/planta

4,37 — 1,64 — $1,90^{5}$

1 Camioneta Caddy

5,63 — 2,14 — $2,10^{5}$

2 Camioneta

$6,54^{5}$ — 2,37 — $2,18^{5}$

3 Camioneta

5,21 — 2,34 — 2,75 — Ø 13,8

4 Unimog

8,47 — 2,49 — 3,02 — Ø 19,1

5 Camión de dos ejes

10,1 — 2,5 — $2,92^{5}$ — Ø 20,1

6 Camión de tres ejes

$7,80^{5}$ — 2,50 — 2,99 — Ø 19,6

7 Camión de cuatro ejes

4 — Ø 16

8 Cabina con remolque L = 16,5 m

4 — Ø 20,6

9 Camión con remolque L = 18,71 m

4 — Ø 20 m

10 Camión con remolque tándem L = 18 m, ancho = 2,5 m

14,8 — 3,84

11 Cabina cisterna inclinable

7,45 — 2,5 — 3,85 En posición de transporte

12 Camión transportador de contenedores

8,6 — 2,5 — 3

13 Camión con volquete

9,9 — 2,5 — 3,55 — R = 10,25

14 Camión de recogida de basuras

3,92

15 Camión de bombeo de hormigón L = 11,8 m

3,4 — Ø 21

16 Camión-escalera L = 11,5 m

12 — 2,5 — 3,7 — Ø 21

17 Autobús urbano convencional

13,7 — 2,5 — 3,55 — Ø 22,5

18 Autobús de largo recorrido

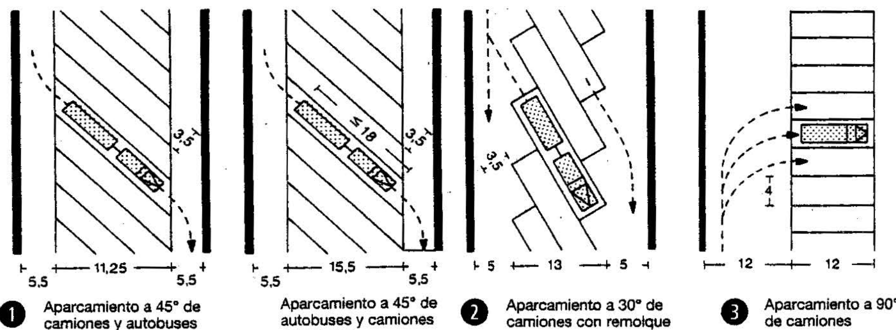
17,99 — $3,05^{6}$ — Ø 21,23

19 Autobús articulado, ancho= 2,5 m

CAMIONES, ESTACIONAMIENTO Y GIROS

Las señales viales permanentes para el estacionamiento de camiones no son convenientes debido a la diferencia en sus dimensiones.

Las medidas básicas de espacio y superficie que necesitan los automóviles resultan de las dimensiones que ocupa el vehículo al pasar por un tramo recto, una curva o aparcar y desaparcar. Sobre todo debe tenerse en cuenta la línea que describen las ruedas interiores traseras del vehículo al trazar una curva. Radio de giro de los vehículos con las dimensiones máx. aprobadas por la Dirección General de Tráfico alemana: radio exterior del círculo: 12 m. Radio exterior de giro con dimensiones apropiadas para la mayoría de los camiones: 10 m → pág. 401.

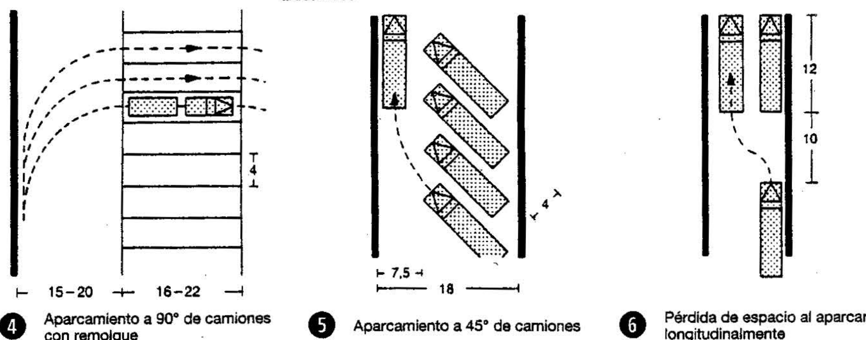


❶ Aparcamiento a 45° de camiones y autobuses

Aparcamiento a 45° de autobuses y camiones articulados

❷ Aparcamiento a 30° de camiones con remolque

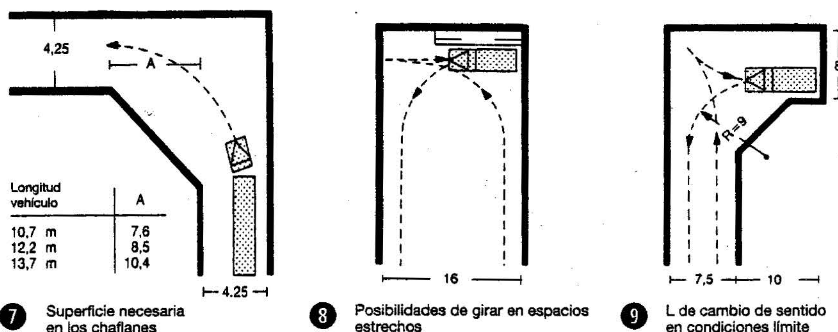
❸ Aparcamiento a 90° de camiones



❹ Aparcamiento a 90° de camiones con remolque

❺ Aparcamiento a 45° de camiones

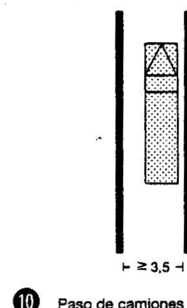
❻ Pérdida de espacio al aparcar longitudinalmente



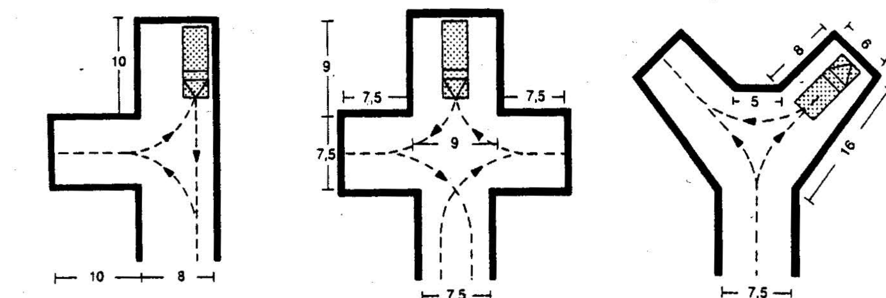
❼ Superficie necesaria en los chaflanes

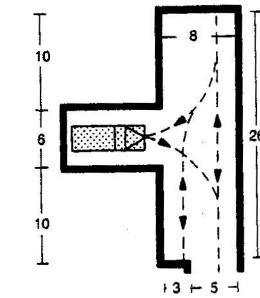
❽ Posibilidades de girar en espacios estrechos

❾ L de cambio de sentido en condiciones límite

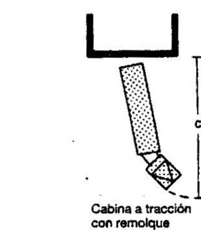


❿ Paso de camiones





⓫ Otras posibilidades



⓬ Aparcamiento de un solo camión

⓭ Aparcamiento en batería

Superficie para entrada y salida de:	Longitud camión a	Anchura de la plaza b	Superficie libre c
Camión 22 t	10	3 3,65 4,25	14 13,1 11,9
Camión	12	3 3,65 4,25	14,65 13,5 12,8
Cabina a tracción con remolque	15	3 3,65 4,25	17,35 15 14,65

⓮ Tabla para ⓬ y ⓭

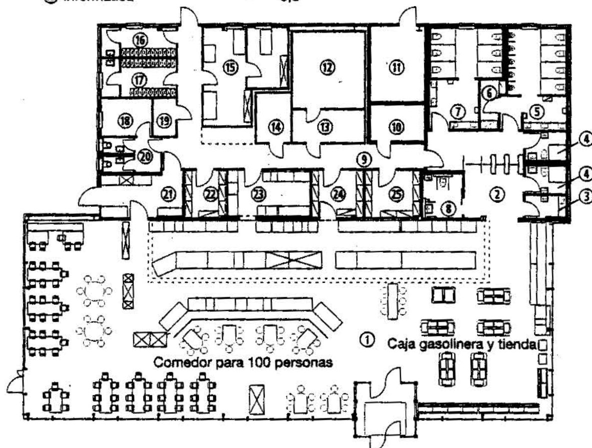
véase también Abastecimiento y gestión de residuos, pág. 470 y ss.

ÁREAS DE SERVICIO



1 Esquema funcional de un área de servicio para 100 personas

ZONA DE CLIENTES	m² aprox.
Salas de ventas	345
① Según estructura arrendatario puede compartimentarse de diferentes formas	345
Cuartos húmedos para clientes	94,8
② Pasillo de acceso a aseos	24,8
③ Cambiadores para bebés	3,4
④ Duchas	8,4
⑤ Aseos hombres	22,3
⑥ Cuarto de limpieza	6,9
⑦ Aseos mujeres	22,5
⑧ Aseos discapacitados	6,5
ZONA DE SERVICIO	
⑨ **Pasillo de servicio**	39,5
Instalaciones	25,9
⑩ Electricidad	7,3
⑪ Calefacción	15,3
⑲ Informática	3,3
Área de almacenamiento	70,6
⑫ Congelador	2,7
⑬ Cámara frigorífica	8,8
⑭ Cámara frigorífica	6,3
㉑ Fregadero de cocina	13
㉓ Preparación	13,7
㉒/㉔/㉕ Almacenes	26,1
Administración/personal	57,4
⑮ Oficina	25,6
⑯/⑰ Vestuarios personal Hombres/mujeres	18,1
⑱ Sala de estar del personal	6,9
⑳ Aseos del personal Hombres/mujeres	
Superficie construida neta	**633,2**



2 En instalaciones pequeñas, las áreas de gasolinera y servicio se unen en un edificio

Debido al aumento de la capacidad de transporte en camiones y de los tiempos de descanso que marcan las leyes a los transportistas, existe una gran demanda de áreas de servicio con grandes superficies de aparcamiento e infraestructuras.

Áreas de servicio

Las instalaciones se ubican en la autopista, con carriles de entrada y salida propios. Además de la gasolinera, contienen otros servicios que, según el tamaño de las instalaciones, puede incluir una cafetería, un restaurante de comida rápida, un restaurante, superficies de venta y alojamiento

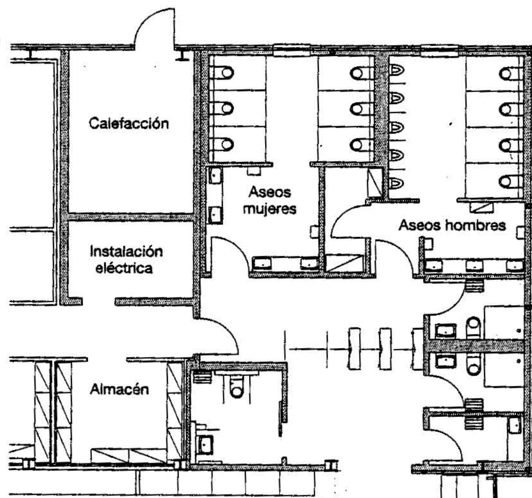
Áreas de servicio sin acceso directo

Son instalaciones de servicio situadas cerca de las autopistas, pero a las que solo puede accederse a través de las salidas de las mismas.

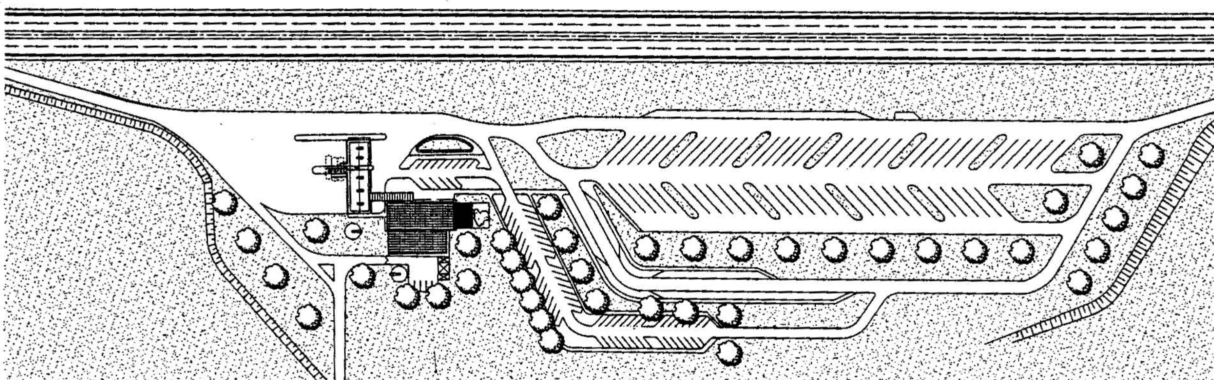
Los conceptos de área de servicio con acceso directo y sin él están definidos en el Código alemán de circulación. Se puede colocar un rótulo indicador oficial solo cuando se cumplen todas las exigencias pertinentes.

Estaciones de servicio

En entornos urbanos, la mayoría de las veces en áreas industriales, se combinan gasolineras con instalaciones de lavado de vehículos, haciendo especial hincapié en el cuidado del automóvil.

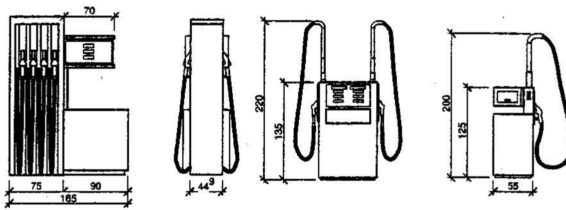


3 En las instalaciones sanitarias de las áreas de servicio a menudo se cobra el acceso. El pago para su uso suele ubicarse en un torniquete de paso

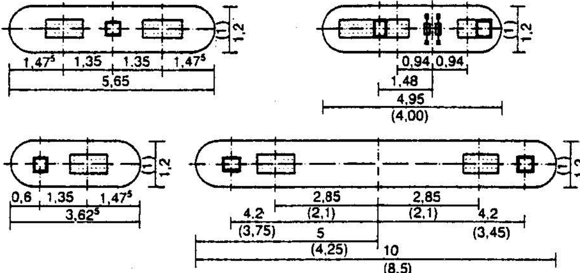


4 Plano de emplazamiento de gasolinera y área de servicio

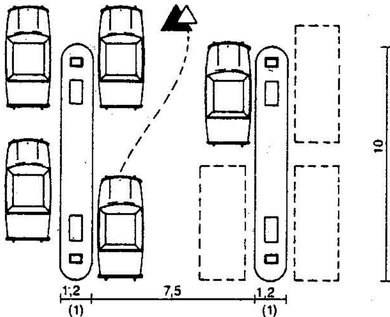
Diseño: Autobahn Tank y Rast AG



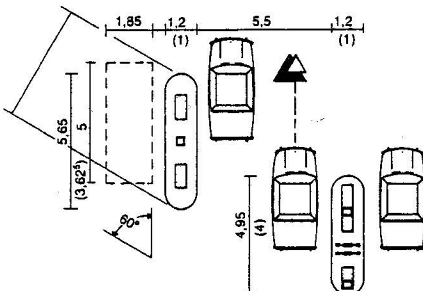
1 Los surtidores de gasolina MPD ofrecen hasta cinco tipos distintos de combustibles en un surtidor con servicio por ambos lados. Los surtidores simples o dobles de un único combustible se encuentran hoy principalmente en patios de servicio



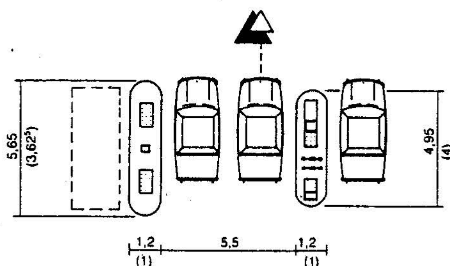
2 Dimensiones de diferentes isletas de surtidores (soluciones mínimas entre paréntesis)



3 Dos isletas largas en paralelo a la carretera (exige una conducción disciplinada); (soluciones mínimas entre paréntesis)



4 Dos isletas cortas a 60° respecto a la carretera (soluciones mínimas entre paréntesis)



5 Dos isletas cortas en paralelo a la carretera (soluciones mínimas entre paréntesis)

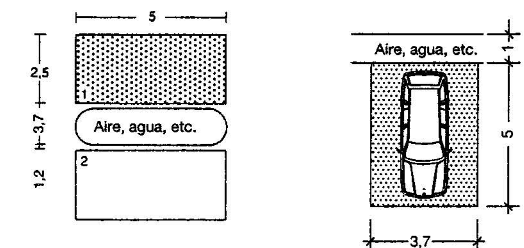
ESTACIONES DE SERVICIO

Las estaciones de servicio abastecen de combustibles y lubricantes, la mayor parte de las veces en combinación con servicios de mantenimiento y cuidados. Puesto que en Alemania las estaciones de servicio están exentas del cumplimiento de la Ley de horarios comerciales, ha aumentado notoriamente la superficie de venta de accesorios para coches y productos de consumo diario.

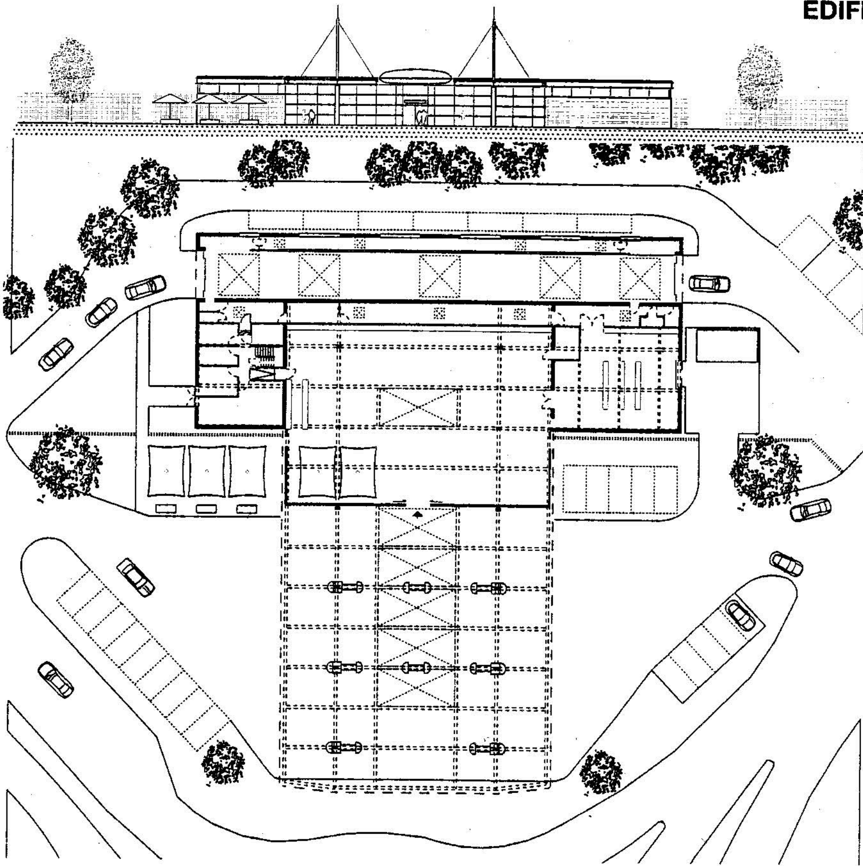
Disposiciones importantes y reglamento técnico:
En Alemania, las estaciones de servicio deben cumplir una serie de normativas relativas a los combustibles que tienen riesgo de contaminación del agua, de incendio y de explosión (Ley alemana de aguas, Normas técnicas para sustancias contaminantes del agua y Normas técnicas para líquidos inflamables).
Según estas normativas, la construcción de estaciones de servicio la deben llevar a cabo empresas especializadas.
Las disposiciones alemanas regionales regulan:
1. Dimensiones de plazas de estacionamiento y parada (2,5 × 5 m = 12,5 m²);
2. Número suficiente de plazas de aparcamiento (p. ej., en relación con la superficie construida, surtidores de gasolina, trabajadores).
3. Superficie de espera disponible para instalaciones de lavado automático de coches (p. ej., superficie necesaria para un 50 % de la capacidad de lavado por hora).

Para el proyecto se deben considerar los siguientes datos de los vehículos:
Radio de giro: automóviles 12,5 m, camiones: 26 m
Anchura vehículo: automóviles 1,85 m, camiones: 2,5 m
Longitud vehículo: automóviles 5 m, camiones: 18 m con remolque

De esto se deducen las medidas para las isletas de surtidores y anchuras de calzada → 3 – 5.
El pavimento de la zona de los surtidores de gasolina debe ser impermeable y con rebordes laterales y/o con pendiente (longitud de la manguera del surtidor + 1 m). Las superficies deben desaguar a través de un separador cubierto de líquidos apropiado. En el caso de estaciones de servicio privadas (las de consumo propio con poco volumen de expedición), están permitidas medidas reducidas para los suelos pavimentados e impermeables y para la colocación de los depósitos.
Los surtidores de gasolina deben contar con una protección contra choques a 20 cm de distancia como mínimo y 12 cm de altura mínima → 2.
Cada surtidor de gasolina debe dispensar en lo posible todos los combustibles que se ofrecen. En el caso de gasolineras privadas de empresas, existen surtidores monoproducto con sistemas de control electrónicos para el acceso y el control de cantidad personalizados → 1.
Los puntos de suministro de gas para vehículos necesitan un surtidor propio. No existen exigencias para el revestimiento del suelo en esta zona, ya que no se trata de un líquido contaminante para el agua. Deben considerarse medidas para la dilución rápida del gas que pueda escapar fortuitamente (terraplén o cuencas en las que el gas pueda ser arrastrado por el viento).



6 Puesto de servicio para autoservicio de cambio de aceite, aire, agua, etc.



❶ Planta de una estación de servicio Allguth (Germering, Alemania), con venta, servicios de gastronomía e instalaciones de lavado

Arqs.: Haack + Höpfner, München

Necesidades de superficie

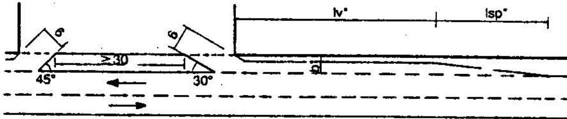
Las estaciones de servicio simples requieren un solar de unos 800 m²; con equipamiento de servicios, unos 1.000 m², y grandes estaciones, ≥ 2.000 m² → ❷.

Funciones y ubicación

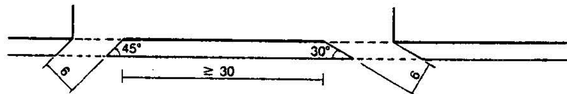
Los conductores podrán repostar el vehículo, comprobar y/o cambiar el aceite del motor, el nivel de agua, la presión de los neumáticos y, si es preciso, el líquido de baterías, comprobar el contenido del depósito de líquido limpia parabrisas. Limpiar el parabrisas, los focos y las manos, comprar productos, utilizar aseos y realizar diversos trabajos (lavar y aspirar los vehículos, etc.).

Las estaciones de servicio deben ser fácilmente accesibles por parte de los vehículos, visibles y reconocibles desde lejos y estar situadas lo más cerca posible de la calzada.

En las salidas de poblaciones, en el carril derecho y no en los espacios de espera delante de semáforos. Es desfavorable la ubicación en la esquina de calles, y es preferible ubicarlas antes de la misma, de modo que la salida desemboque en la calle transversal.



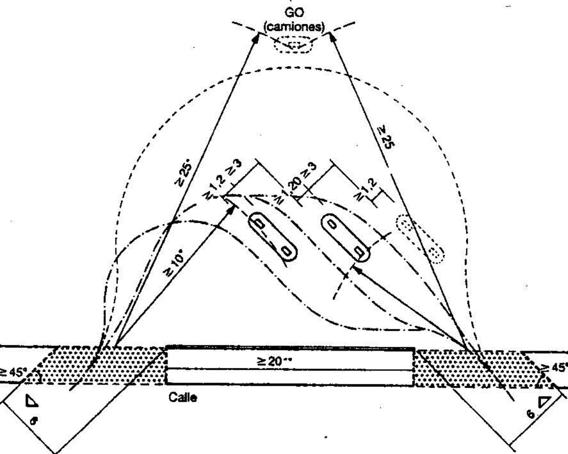
❷ Salida y entrada a una estación de servicio en tramos despejados



❸ Sin carriles de aceleración y desaceleración

* En caso de circulación en sentido único, solo se exige en el lado de acceso
** ≥ 20 para dos surtidores en paralelo a la calle, proporcionalmente mayor para cada isleta adicional
≥ 16 si se escalonan las isletas de surtidores en profundidad

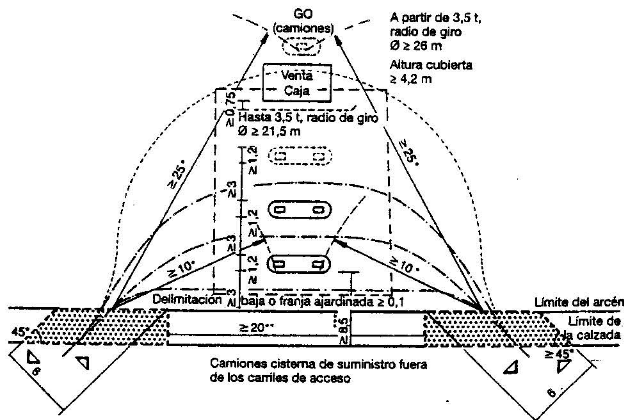
Suficiente número de plazas de estacionamiento



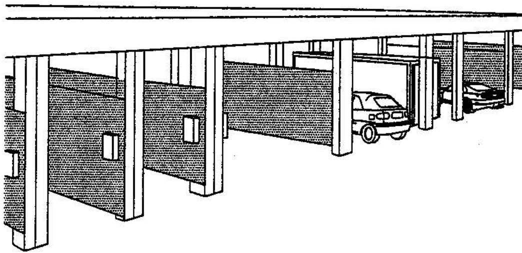
❹ Estación de servicio con isletas de surtidores dispuestas en diagonal, en el interior de un casco urbano (sobre todo para circulación en un único sentido)

En caso de circulación en sentido único, solo se exige en el lado de acceso
≥ 16 si se escalonan las isletas de surtidores hasta una
* profundidad ≥ 30 para GO (camiones ≥ 3,5 t)
≥ 8,5 cuando la circulación es de dos sentidos, tanto
** en la carretera como en la estación de servicio

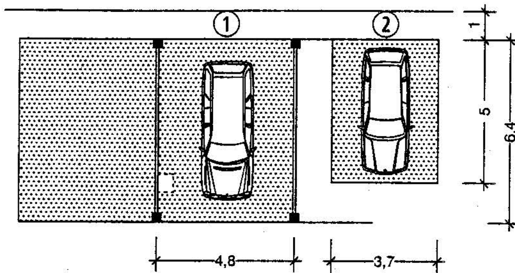
Gl = gasolina
GO = gasoil



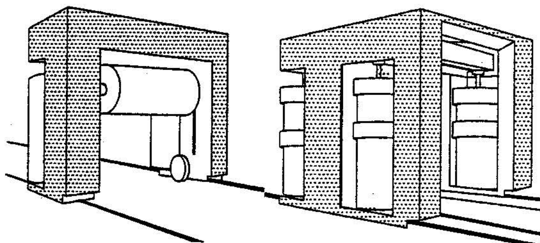
❺ Estación de servicio de gasolina y, según el caso, también de gasoil (camiones ≥ 3,5 t) en el exterior del casco urbano



❶ Plazas de lavado en autoservicio, cubiertas y con paredes protectoras contra salpicaduras



❷ Dimensiones para plazas de lavado en autoservicio (1), en caso de ejecución de divisiones, y sala de instalaciones central (2) medidas mínimas en caso de ejecución al aire libre



❸ Puente de lavado con dos cepillos verticales y uno horizontal de techo; instalación doble con cuatro cepillos verticales y uno horizontal

Centros de lavado

Sirven para una limpieza de vehículos respetuosa con el medio ambiente. Como empresa de servicios pública para turismos y vehículos pesados también puede estar en recintos privados de empresas de transportes. Existen sistemas móviles de lavado de ruedas para vehículos que trabajan en obras de construcción, vertederos y terrenos de relleno.

Al igual que en las estaciones de servicio, deben considerarse las regulaciones de protección de aguas. Según sea el sistema, los centros de lavado necesitan 100-600 l de agua por vehículo, un agua que debe tratarse y reutilizarse al menos en un 80 %. Un tren de lavado requiere aprox. 40-53 m³ para depósitos de decantación y captación de fangos (depósito bajo tierra de ø 3 m). Es necesaria más agua limpia para suplir las pérdidas por evaporación, para diluir la concentración de sal en invierno, aclarar y aplicar ceras líquidas.

Boxes de lavado en autoservicio

Normalmente son plazas cubiertas donde uno mismo puede lavar su vehículo con chorros de agua y cepillos de lavado manual. Instalaciones pequeñas, de una a dos plazas de lavado. Hasta 12 plazas de lavado pueden abastecerse desde una sala técnica central → ❶ + ❷.

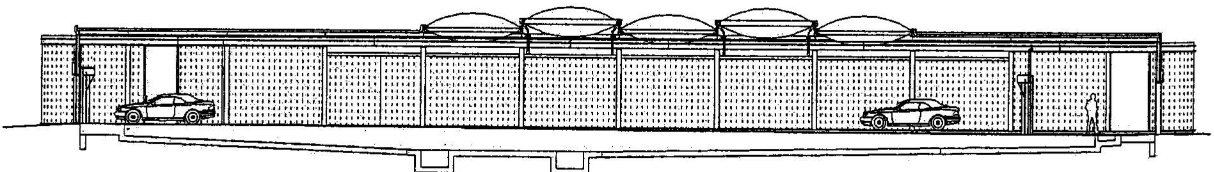
Puentes de lavado

Requieren poco espacio. El cliente debe bajarse del vehículo y todo el aparato de lavado se mueve sobre el coche aparcado. Las instalaciones pueden colocarse al aire libre (aunque mejor cubiertas), a ser posible con entrada y salida en los extremos opuestos. Puesto que el puente de lavado apagado se encuentra delante de la plaza del vehículo, las naves cubiertas deben medir como mínimo 9-10 m de longitud; anchura mínima, 4,6 m, altura mínima, 3 m en puentes para turismos de hasta 2,1 m de altura. La distancia lateral entre el puente y los elementos fijos debe ser de 50 cm como mínimo.

Con un puente de lavado pueden lavarse anualmente unos 5.000-50.000 vehículos o 5-18 vehículos por hora → ❸.

Túneles de lavado

Los vehículos son arrastrados por una banda continua a través de unos pórticos de lavado fijos. Esta técnica posibilita un gran rendimiento y diferentes programas de lavado en el mismo tiempo de recorrido. La longitud de estas instalaciones de lavado es de 20-60 m. En un túnel de lavado pueden lavarse entre 30 y 100 vehículos por hora; esto es, 20.000-200.000 vehículos al año→ ❹.



❹ Planta y sección del túnel de lavado Allguth, en Germering, Alemania. El acristalamiento continuo de las alas laterales (un lado para el personal e instalaciones, el otro lado para clientes, cada uno de unos 2,8 m de anchura) deja visibles las funciones de la nave de lavado

Arqs.: Haack + Höpfner

	Metro/tren de cercanías (m)	Tranvía/autobús urbano (m)
Centro superior		
Núcleo	400	300
Área con alta densidad de uso	600	400
Área con baja densidad de uso	1.000	600
Centro medio		
Sector central	400	300
Área con alta densidad de uso	600	400
Área con baja densidad de uso	1.000	600
Centro inferior		
Sector central	600	400
Área restante	1.000	600
Municipio	1.000	600
Para ferrocarriles metropolitanos rigen los valores para tranvías o metro, según su función y equipamiento		

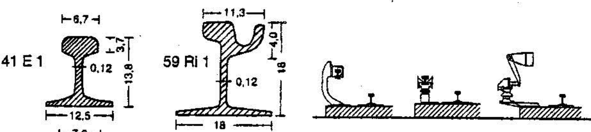
❶ Áreas para disposición de paradas de transporte público [05]

Ómnibus	150 hasta 300
Autobús urbano, tranvía	250 hasta 600
Metro	400 hasta 1.500
Tren suburbano/ de cercanías	600 hasta 2.500

❷ Distancias medias de paradas en metros (solo como orientación, pues dependerán de las condiciones del lugar) [05]

	Autobús urbano	**Tranvía**	Metro p. ej. anchura de vagón pequeña tipo Berlín	**Metro p. ej., Múnich**	**Tren suburbano/ de cercanías**
Longitud del tren/ composiciones	Sencillo 8-15 m Articulado 18,75 m Articulado doble 25 m Sencillo con remolque 25 m	Sencillo 15-45 m Composición del tren (según ordenanzas alemanas) hasta 75 m	25,7 m hasta 4 coches motrices dobles	114 m un tren inseparable	ET 423: 62,4 m hasta tres coches motrices
Anchura	2,55 m	2,2-2,65 m	2,3 m	2,9 m	3,02 m
Altura	Aprox. 2,9 hasta 4,1 m (autobuses de dos pisos)	aprox. 3,4 m*	3,2 m	3,45 m	4,3 m*
Altura de andén	0,12-0,24 m	0,2-1 m	0,9 m	1 m	0,96 m

❸ Datos más importantes de algunos medios de transporte [05]
* Altura sin pantógrafo ferroviario extendido hasta el hilo conductor aéreo

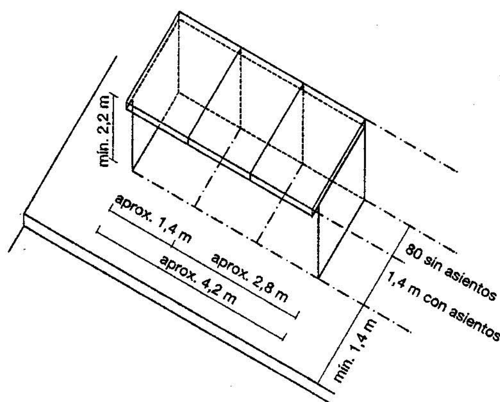


❹ Perfiles de raíles

❺ Tercer carril/raíles electrificados (metro)

Equipamiento de protección/marquesinas

Para proteger a los pasajeros de la intemperie en puntos de parada. La mayor parte de las veces son sistemas estándar de elementos combinados o módulos que se combinan con elementos publicitarios (carteles retroiluminados) como parte del mobiliario urbano. Las marquesinas deben corresponder a las necesidades de seguridad de los pasajeros y ofrecer una buena visibilidad.



❻ Paradas de transporte público urbano

TRANSPORTE PÚBLICO URBANO

CONDICIONES, MEDIOS DE TRANSPORTE

Información: Asociación de empresas de transporte alemanas (VDV), Colonia

Las urbanizaciones aisladas (zonas residenciales y polígonos industriales) deben estar comunicadas por un sistema de transporte público. Se consideran conectadas cuando se cumplen las distancias a las paradas (línea recta) según la tabla ❶.

Deben servir a todas las zonas edificadas de más de 200 habitantes, o la misma cantidad de población flotante laboral y/o estudiantes y aprendices, además de instalaciones que generen tráfico (lugares con funciones especiales).

Además del autobús urbano existen distintas formas de transporte sobre raíles que pretenden hacer del sistema de transporte público una alternativa más cómoda, rápida y atractiva que el transporte privado:

– **Ferrocarriles metropolitanos rápidos:** sistemas cerrados de transporte por vías férreas, accionados preferentemente por electricidad dentro de los límites de una ciudad (metros/trenes subterráneos o elevados) o en el zonas urbanas (tren suburbano o de cercanías), ocasionalmente con pasos a nivel con preferencia absoluta.

– **Ferrocarriles metropolitanos:** parcialmente independientes del tráfico urbano en forma de metro, a nivel de suelo sobre vías especiales o con intersecciones al mismo nivel sin preferencia absoluta.

– **Tranvías:** a nivel de calle o sobre vías especiales, al utilizar el mismo espacio que el tráfico público, rigen las directrices del Código de circulación.

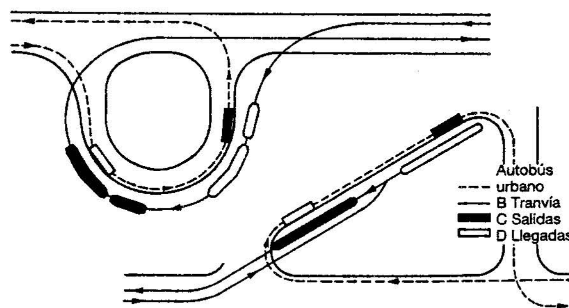
Es posible que haya sistemas mixtos, como, p. ej., un ferrocarril metropolitano y un tranvía sobre la misma vía o tranvía que utiliza vías del ferrocarril (como en la ciudad de Karlsruhe). El uso de los carriles pavimentados de tranvías es también posible para autobuses urbanos, ya que esto facilita un mejor engranaje de los tipos de transporte (paradas) y una coordinación preferencial de los semáforos. Resulta de gran importancia la conexión de espacios y horarios entre distintos medios de transporte público y con el tráfico vehicular y de bicicletas y el diseño correspondiente de los intercambiadores → ❼.

Catenarias:

El abastecimiento de energía se realiza normalmente a través de cables aéreos y un pantógrafo situado sobre el techo del tren, en el caso de metros y algunos trenes suburbanos y elevados (como en Berlín y Hamburgo), se realiza por terceros carriles laterales electrificados (aprox. 20 cm sobre la vía) → ❺.

Perfil de raíles:

Por lo general, se utilizan raíles de tipo Vignole de distintos tamaños (ferrocarriles metropolitanos rápidos: y trenes urbanos 49 E 1, tranvías 41 E 1, medidas →❹). En el área urbana, carriles tipo Vignole con garganta (59 Ri 1, 60 ir 1), en los que el sello de la junta puede ser trabajada a ras. Las vías férreas abiertas pueden ser en parte ajardinadas.



❼ Conexión de trenes urbanos/tranvías y autobuses urbanos en estaciones terminales [06]



Escalera fija

Escalera mecánica

Escaleras dentro de los andenes

Andén medio

Andén lateral

Escaleras en los andenes

❶ Orden de escaleras en los andenes laterales y medio [06]

Número de personas/ posibilidad de transporte	Anchura × profundidad (m)	Capacidad de carga (kg)
8/de acceso universal	1,1 × 1,4	630
13/apto para llevar carga	1,1 × 2,1	1.000
19/apto para bicicletas	1,4 × 2,1	1.450

❷ Tamaños mínimos de ascensores [06]

❸ Sección transversal del andén [06]

Paradas (tranvía): anchura mínima del andén: 3,5 m. Para la instalación de salas de espera en andenes centrales: mín. 5,5 m. La anchura mínima aceptable en la calle según la normativa alemana es de 1,5 m, que debe evitarse por consideración a los pasajeros (en condiciones angostas, 2 m como límite mínimo de andenes). Franja de seguridad: 0,85 m de anchura medida a partir del límite exterior del coche en el lado de la puerta del tren; puede quedar también sobre la calzada de la calle.

Paradas dinámicas: en caso de no existir islas o plataformas, se colocan señalizaciones antes de la parada, para poder proteger a los pasajeros que suben o bajan.

Longitud de la parada

❹ Parada dinámica [06]

La planificación de puntos de parada tiene una gran importancia. Por lo general, las vías férreas se diseñan para un lugar concreto, de modo que deben coordinarse las alturas de los andenes y del suelo de los vehículos para asegurar una entrada y salida agradables al pasajero.

Distribución de andenes

La distribución de andenes centrales o laterales depende de factores constructivos, funcionales y de tráfico, en especial en el caso de **andenes en túneles.**

Los andenes centrales son más adecuados para la orientación de los pasajeros, pero necesitan coches con puertas en ambos lados. Las estaciones están situadas a más profundidad, ya que necesitan un nivel intermedio que pueda utilizarse como paso peatonal general, como un cruce a niveles diferentes. Para andenes laterales son necesarios el doble número de accesos y de escaleras, así como también de equipamiento (quioscos, planos de la red, etc.). Es posible tener coches de sentido único, ya que las puertas abren hacia el lado derecho. En estaciones sobre viaductos son mejores los andenes laterales, pues pueden simplemente "acoplarse" y no se pierde superficie junto a los pilares. Las paradas seguidas deben tener en lo posible la misma distribución (orientación de los pasajeros).

Longitud de los andenes

Dependerá de la longitud del tren más largo previsto. Los metros y trenes suburbanos requieren 5 m más porque su sistema de frenado es poco preciso. Los tranvías permiten paradas de doble capacidad.

Anchura de los andenes

La anchura del andén depende de la cantidad de pasajeros que reciba, del emplazamiento y del tipo y anchura de accesos y salidas. Los andenes, las escaleras y las salidas deben diseñarse de forma que el andén pueda evacuarse sin atascos durante el tiempo de parada del tren.

Anchuras mínimas, en general:

- andén lateral: 3 m
- andenes centrales con escalera en el extremo del andén: 6 m
- con escaleras dentro de la longitud útil del andén: 7 m.

Escaleras

Las escaleras pueden situarse en los extremos del andén, así como dentro de su longitud útil. La anchura de las escaleras fijas debe ser múltiplo de 0,6 m (mínimo 2,4 m), sumando además la anchura del pasamanos y de la canaleta de barrido. Debe haber pasamanos a ambos lados, y a partir de 6 m de anchura hay que colocar uno adicional central → ❶.

Las escaleras mecánicas aumentan la comodidad para el usuario, acelera y canaliza el tránsito peatonal; por ello deberían ser utilizadas en estaciones con afluencias medias y altas.

Deben utilizarse escaleras mecánicas de 1-1,5, o mejor de dos vías (80/100 cm anchura de peldaño), y la anchura de construcción (entre 1,4 y 1,65 m) dependerá del fabricante.

Ascensores

Las vías elevadas o subterráneas deben contar adicionalmente con ascensores para personas (también puede ser instalado a posteriori), para facilitar el acceso a personas con discapacidades físicas o de movilidad (cochecitos de niños, maletas, etc.) → ❷.

Los ascensores deben ser fáciles de reconocer, y las zonas de espera estar situadas fuera del flujo principal de transeúntes.

Superficie de andenes

Deben tener una pendiente transversal (con forma de techumbre) de mínimo 1 % (máx. 3-5 % en paradas en túneles y 2-3 % en paradas al aire libre) para facilitar el desagüe. El material de los bordes de los andenes facilitará el agarre y contará con elementos táctiles para personas con problemas de visión (según el caso, con banda blanca); en este caso, es indicado colocar bandas indicadoras de superficie táctil de alto contraste (para bastón).

Espacio de trabajo para la conexión a la corriente
Límite de los vagones
Línea de limitación para los objetos fijos o móviles (también línea de delimitación de separación a los vagones de otras vías)
Delimitación en nichos y franjas de seguridad
Canto inferior del cable en espacio de circulación de calles públicas
Máx. altura de los vagones (excl. conex. a la línea eléctrica)
Generalmente 0,5 m sin embargo, andén mínimo: 2,2 m
Separación a elementos fijos (escaleras, etc.)
a) a lo largo del trayecto b) en paradas e isletas de protección

1 Separación mínima entre las vías situadas en una calle pública

Espacio de trabajo para la conexión a la corriente
Límite de los vagones
Línea de limitación para los objetos fijos o móviles (también línea de delimitación de separación a los vagones de otras vías)
Delimitación en nichos y franjas de seguridad
Canto inferior del cable en espacio de circulación de calles públicas
Canto superior del elemento de toma de corriente
Máx. altura de los vagones 2,2 m sobre el andén
Generalmente 0,5 m sin embargo, andén mínimo: 2,2 m
Andén
Trayecto en una calle pública
Medidas en m a) a lo largo del trayecto b) en paradas e isletas de protección

2 Separación mínima sobre las vías de trazado especial en el interior del espacio de circulación de una calle pública

Tipo A — Sin mástiles: 0,5 · 2,65 · 0,3 · 2,65 · 0,5 — 6,6
Tipo B — Mástiles centrales: 0,5 · 2,65 · 0,3 0,4 0,3 · 2,65 · 0,5 — 7,3
Tipo C — Mástiles laterales: 0,5 0,4 0,5 · 2,65 · 0,3 · 2,65 · 0,5 0,4 0,5 — 8,4

3 Anchuras tipo para vías especiales

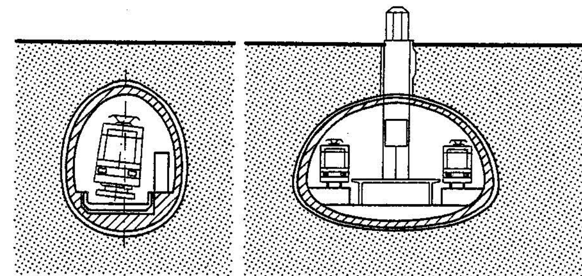
Tipo A — Sin mástiles: 0,5 · 2,65 · 0,3 · 2,65 · 0,05 · 3,5 — 9,65
Tipo B — Mástiles centrales: 0,5 · 2,65 · 0,3 0,4 0,3 · 2,65 · 0,05 · 3,5 — 10,35
Tipo C — Mástiles laterales: 0,5 0,4 0,5 · 2,65 · 0,3 · 2,65 · 0,05 · 3,5 — 10,55

4 → **3** Paradas a un lado

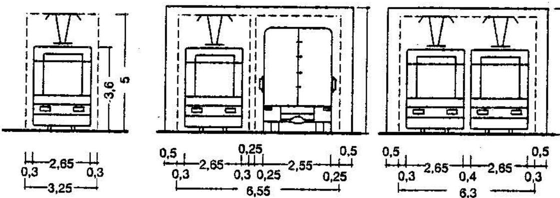
Tipo A — Sin mástiles: 3,5 · 0,05 · 2,65 · 0,3 · 2,65 · 0,05 · 3,5 — Parada — Parada — 12,7
Tipo B — Mástiles centrales: 3,5 · 0,05 · 2,65 · 0,3 0,4 0,3 · 2,65 · 0,05 · 3,5 — 13,40
Tipo C — Mástiles laterales: 3,5 · 0,05 · 2,65 · 0,3 · 2,65 · 0,05 · 3,5 — 12,7

5 Paradas a ambos lados → **3**

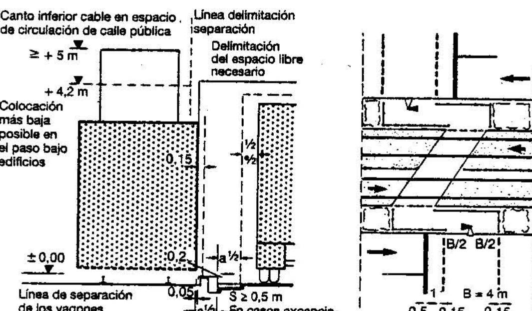
Separación entre ejes de las vías: según el medio de transporte y sus medidas, mín. 2,6 m o 2,95 m, mejor 3,1 m, para compensar las desviaciones de los vagones en las curvas de radio medio. La anchura del espacio libre = anchura del vagón y la desviación de los vagones en las curvas, dado el caso con suplementos adicionales en la anchura en caso de peraltes y para compensar balanceos laterales (mín. 2 × 0,15 m).
Separación del borde del andén hasta el vagón: en vías especiales 0,5 m, excepcionalmente, también 0,3 m.
Radio de las vías: a ser posible superior a 180 m; en bifurcaciones y anillos de enlace, al menos 25 m.
Pendiente longitudinal: máximo 25 ‰, excepcionalmente, 40 ‰.
Pendiente transversal: como máximo 1:10; peralte máximo: 1,65 m en vías de ancho normal, 1,2 m en vías de 1 m de anchura. Siempre que sea posible se ha de trazar un arco de transición antes de las curvas, que debe coincidir con la rampa de peralte (aquí la pendiente máxima 1:6 · V).



6 Sección transversal en tramo libre y en la estación [07]



7 Necesidad de espacio del tranvía en la calle



8 Delimitación del espacio de paso libre para tranvías

9 Paso de peatones sin semáforo

B/2 B/2
B = 400 m
0,5 0,15 0,15

10 Paso de peatones con semáforo

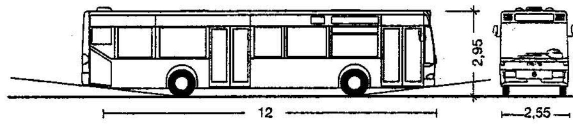
11 → **10**

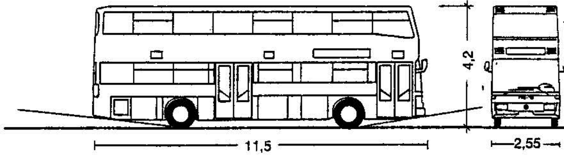
Medios de transporte

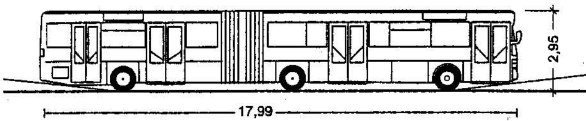
TRANSPORTE PÚBLICO URBANO

Condiciones, medios de transporte
Paradas
Espacios de circulación
Estaciones de autobuses

véase también:
Escaleras/ascensores
Ferrocarril





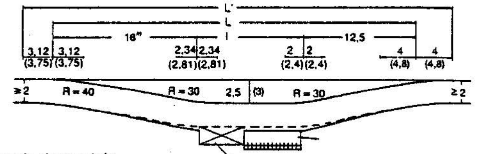


❶ Dimensiones de autobuses de piso bajo. Altura de subida de 30-35 cm, con sistema de inclinación aprox. 10 cm menos

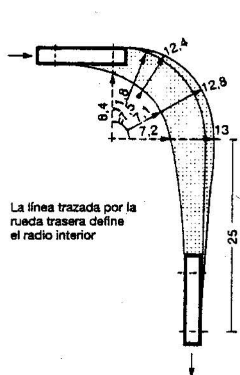
Debe prestarse especial atención al ensanchamiento de curvas y rotondas de giro → ❷ – ⓭, y las paradas de autobuses deben estar cuidadosamente dimensionadas. En calles principales o con mucho tráfico debe ensancharse la calzada en las paradas → ❽. Es aconsejable cubrir las paradas con una marquesina.
Los andenes se pueden disponer de muchas maneras → pág. 418 ❶ – ❾. Para ser cómodos, tendrán una altura de 30 cm y rampas en sus extremos → pág. 404 ⓫ – ⓬. Prever suficiente sitio para aparcamiento temporal de automóviles *(park and ride)*.

	l	L	L'
Autobús sencillo	12	40,5	47,62 (49,05)
2 autobuses sencillos	25	53,5	60,62 (62,05)
Autobús articulado	18	55,5	61,5 (62,7)

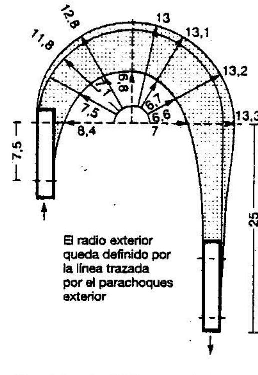
Los valores de la tabla son válidos para un ensanchamiento de 3 m
*) 25 m para paradas de autobuses articulados



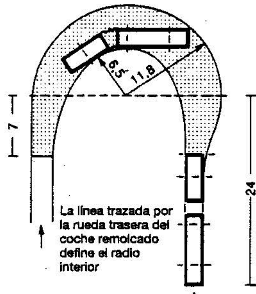
❽ Parada de autobús



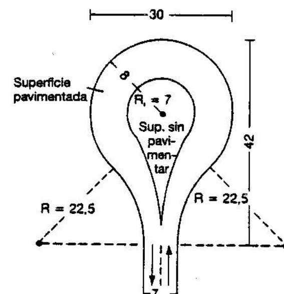
❷ Giro de 90° para autobuses rígidos de 12 m de longitud



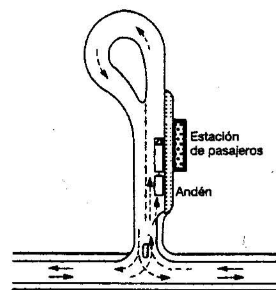
❸ Giro de 180° para autobuses rígidos de 12 m de longitud



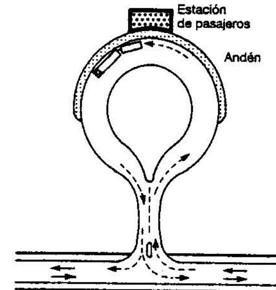
❹ Giro de 180° para autobuses articulados de 17 m de longitud



❺ Cambio de sentido



❻ Pequeña estación con rotonda para cambiar de sentido



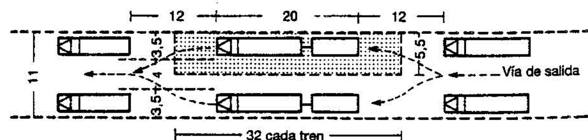
❼ Plaza de cambio de sentido con andén exterior

Tipo de almacén	Sin carril de adelantamiento Aa	Ab	Ac	Con carril de adelantamiento Ba	Bb	Bc
Posición respecto al sentido de la marcha	en paralelo	a 45°	perpendicular	en paralelo	a 45°	perpendicular
Longitud del andén m	24	24	24	36-60	36-60	36-69
Anchura del andén m	3	3	3	3,5-4	3,5-4	3,5 4
Nº de plazas a) para vehículos a tracción	2	2	2	2-3	2-3	2-3
b) para veh. artic.	1	1	1	1-2	1-2	1-2
Superficie del andén, calzada y calle de acceso en m² a) vehículos a tracción	138	176	189	293	296	313
b) por cada vagón articul.	276	340	378	439	444	470

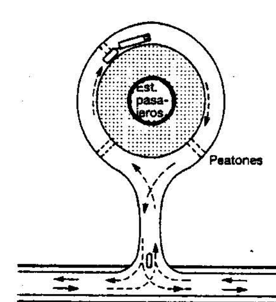
❾ Superficie necesaria para los andenes

Tipo de aparc. respecto al sentido de la marcha	En paralelo	En diagonal 45°		En perpendicular	
Longitud de una plaza en m	32	12	24	12	24
Disposiciones posibles	2 veh. a trac. o 1 articulado	1 vehículo a tracción	2 veh. a tracc. o 1 articulado	1 veh. a tracc.	2 veh. a tracc. o 1 articulado
Anchura de una plaza en m	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Anchura de calle de acceso en m	4	8	8	14	14
Sup. de aparc. incluida sup. calzada en m² a) Por cada veh. a tracción	88	135	89	140	91
b) Por cada vagón artic.	176		178		182

❿ Superficie necesaria para el aparcamiento



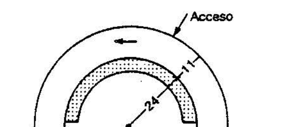
⓫ Distribución de espacios de estacionamiento, paralelos al sentido de marcha



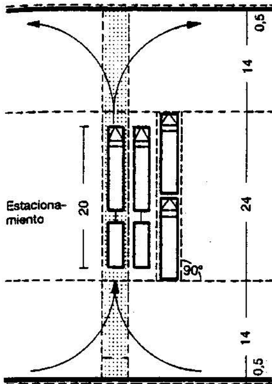
⓬ Rotonda de cambio de sentido con andén exterior



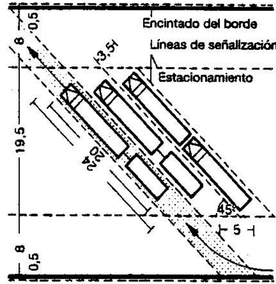
⓭ Andén en forma semicircular (exterior); no es necesario cruzar la calzada



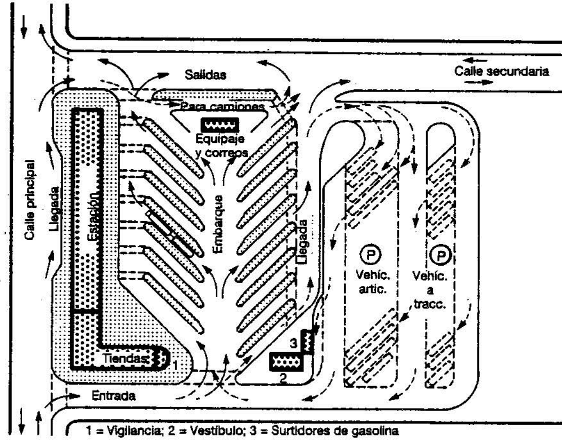
⓮ Andén semicircular (interior); se debe cruzar la calzada



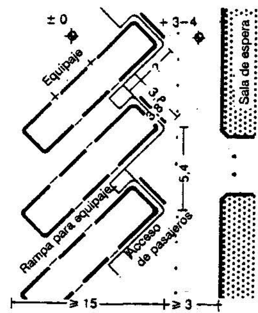
❶ Estacionamiento para vehículos a tracción o articulados



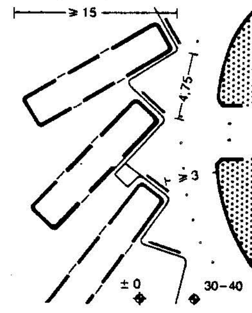
❷ Plazas de estacionamiento para vehículos a tracción o articulados



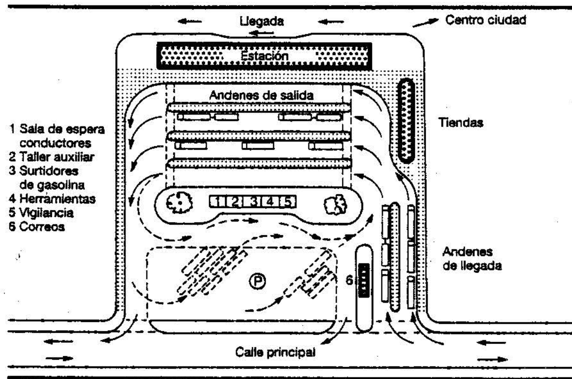
❸ Gran estación con aparcamiento para automóviles



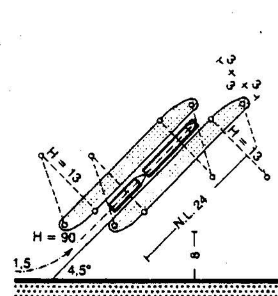
❹ Andenes dentados más frecuentes Time-Saver-Standards



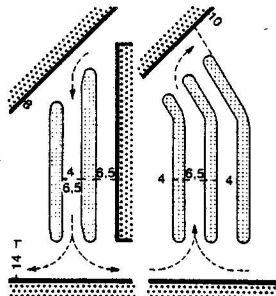
❺ La disposición radial ofrece un mayor espacio libre



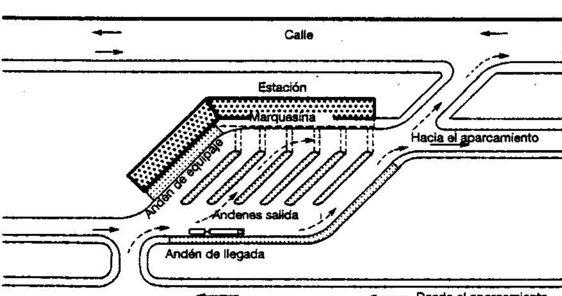
❻ Gran estación intermedia con andenes separados de llegada y de salida



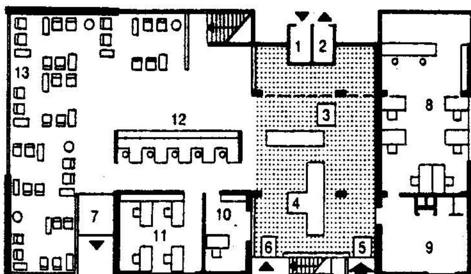
❼ Andén longitudinal en diagonal



❽ Salida perpendicular, llegada en diagonal acodada, salida en diagonal

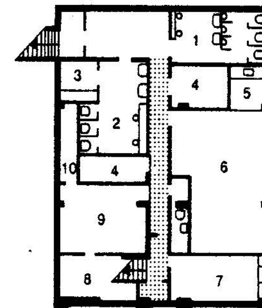


❾ Estacionamiento con andenes separados de llegada y salida dispuestos en diagonal y con un aparcamiento cercano



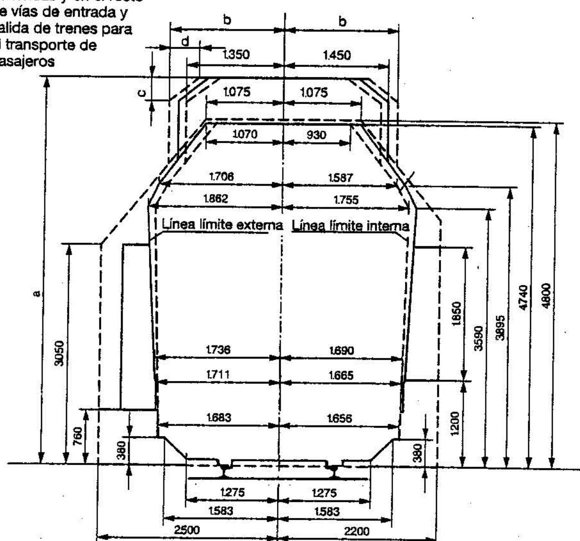
1 Entrada de pasajeros de salida
2 Salida de pasajeros de llegada
3 Vestíbulo
4 Entrega de equipaje
5 Entrada de los pasajeros de llegada
6 Entrada del equipaje de llegada
7 Salida de los pasajeros de salida
8 Facturación de equipaje
9 Consigna
10 Jefe de estación
11 Oficina
12 Información y tarjetas de embarque
13 Sala de espera

❿ Planta baja de una estación de autobuses



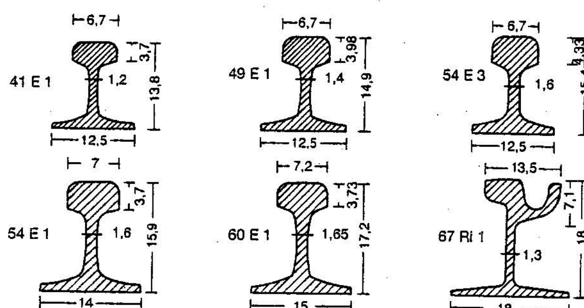
1 Aseo hombres
2 Aseo mujeres
3 Cambiadores bebés
4 Guardarropía
5 Cocina
6 Sala de personal
7 Sala conductores
8 Almacén
9 Archivo
10 Cámara bombas

⓫ Planta baja → ❿



a Altura de trabajo del pantógrafo ferroviario = 5,6 m. Medida mínima 5-5,34 m, depende del tipo de corriente
b Máximo 1,58 m b, c y d dependen del espacio de trabajo en altura de los pantógrafos

❶ Gálibo normal según normativa alemana, válido en rectas y curvas de diámetro ≥ 250 m



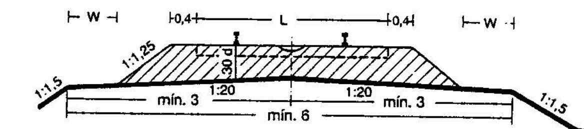
❸ Perfiles más usados de vía



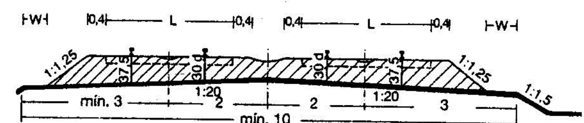
❺ Traviesa de hormigón B 70



❻ Traviesa de hormigón B 58



❼ Sección transversal del lecho de balasto para una única vía



❽ Sección transversal del lecho de balasto para vía doble

FERROCARRILES

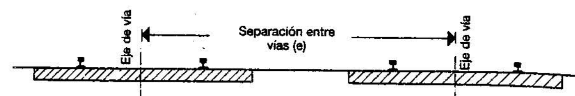
VÍAS

Información: Grupo empresarial de Deutsche Bahn AG, Alemania

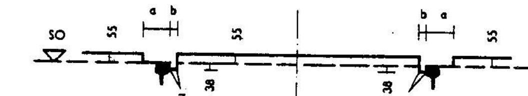
Las separaciones entre vías (e) más importantes son:

- Separación normal en tramos libres — 4 m (3,5 m en tramos existentes)
  - cuando se colocan señales — 4,5 m
  - como espacio de protección cada 2a vía — 5,4 m
  - vías de nueva construcción con v > 200 km/h — 4,5 m

- Separación normal en estaciones — 4,5 m (4,75 m)
  - vías principales continuas — 4 m
  - entre cada grupo de 5 a 6 vías — 6 m
  - vía para probar los frenos — 5 m
  - vía para limpieza de vagones — 5 m



❷ Separación entre vías



a ≥ 150 mm para objetos fijos que no están unidos a la vía
a ≥ 135 mm para objetos fijos unidos a la vía
b = 41 mm para dispositivos que guían a la rueda por su cara inferior
b ≥ 45 mm en el cruce de carreteras
b ≥ 70 mm en todos los demás casos
Z = esquinas, que pueden redondearse

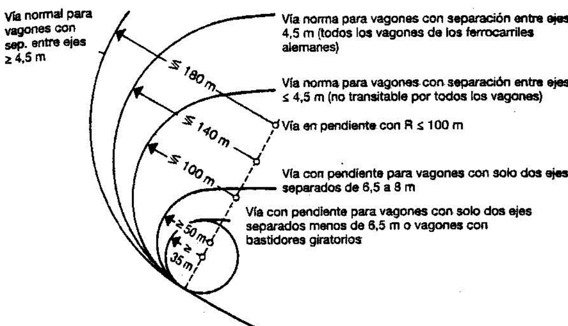
❹ Dimensiones de la parte inferior del espacio libre E 1:40

Vía normal de Deutsche Bahn AG
Ancho de la vía (en el 71 % de los ferrocarriles del mundo): 1,435 m
Tolerancia en el ancho de vía:
- 3/+30 mm en las vías principales
- 3/+35 mm en las vías secundarias

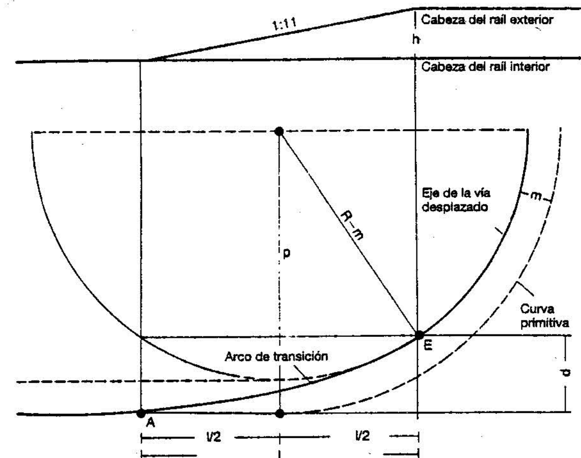
(Otros anchos de vía: Rusia 1,52 m; España y Portugal 1,668 m; Sudáfrica 1,067 m; Chile, Argentina e India 1,673 m)

Vida media de las traviesas
- impregnadas con aceite de alquitrán (según el procedimiento Rüping) — 25-40 años
- traviesas de madera sin imprimación — 3-15 años
- traviesas de acero — unos 45 años
- traviesas de hormigón, vida estimada — al menos 60 años

Profundidad de cunetas en trinchera ≥ 0,4-0,6 m bajo la explanación. Pendiente de cuneta 3-10 %, según como sea la base de la cuneta. Cuando existan muros de contención se ha de canalizar el agua por conductos o mechinales.
Pendiente longitudinal de las vías principales ≤ 12,5 ‰, en vías secundarias ≤ 40 ‰ y en las vías de estaciones ≤ 2,5 ‰. Con autorización especial se puede alcanzar una pendiente del 25 ‰ en las vías principales.
Carga de una rueda en reposo: 9 t. Si la estructura es suficientemente resistente se pueden alcanzar cargas mayores (hasta 11,25 t).



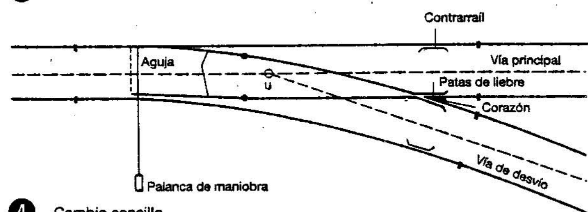
❶ Radios de curvatura (capacidad de giro) de las vías de empalme. En construcciones nuevas se deben evitar los radios inferiores a 100 m



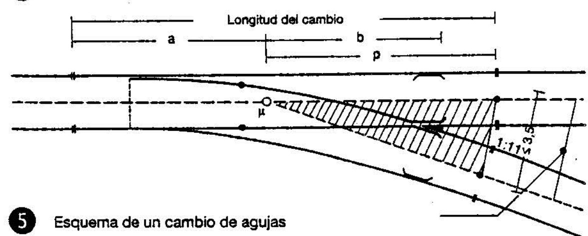
❷ Rampa de peralte y arco de transición

R	l	m	Pendiente rampa
180-200	40	0,37 0,333	1: 320 1: 320
250-350	30	0,15 0,107	1: 300 1: 400
400-2.000	20	0,012 0,008	1: 310 1:1.300

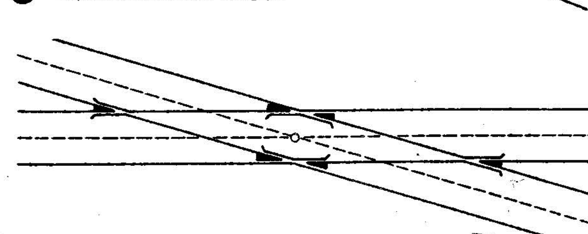
❸ Tabla de líneas secundarias y vías de empalme más frecuente en mm



❹ Cambio sencillo



❺ Esquema de un cambio de agujas



❻ Cruce en diagonal (contrarraíl igual que en → ❹ - ❺)

Radios de curvatura (en el eje) = R

En líneas principales (trayecto libre)	≥ 330 m
En líneas principales (estaciones)	≥ 180 m
En líneas secundarias con paso de vagones de líneas principales	≥ 180 m
En líneas secundarias sin paso de vagones de líneas principales	≥ 100 m
En vías de empalme transitadas por locomotoras de Deutsche Bahn AG	≥ 140 m
En vías de empalme no transitadas por locomotoras de la Deutsche Bahn AG, a ser posible	≥ 100 m
como mínimo	≥ 35 m

Si 100 m > R ≥ 35 m se recomienda usarlas únicamente para remolcar los vagones. Las curvas de R < 130 m ya no pueden ser recorridas por todos los tipos de vagones.

Radios para líneas de vía estrecha

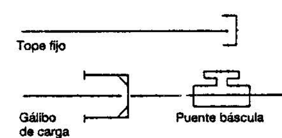
Con un ancho de vía de 1 m	R ≥ 50 m
Con un ancho de vía de 0,75 m	R ≥ 40 m
Con un ancho de vía de 0,6 m	R ≥ 25 m

En las vías que sean recorridas a velocidad mayor que la de maniobra se ha de introducir un arco de transición entre un tramo recto y un tramo curvo de radio R, cuya curvatura aumenta de forma constante desde 1 : ∞ hasta 1 : R → ❷, los tramos curvos se han de peraltar para que la aceleración centrífuga se mantenga dentro de límites aceptables (≤ 0,65 m/s²). Las rampas de los peraltes y los arcos de transición deberían coincidir.
Para más detalles consúltese la norma 820/1 de Deutsche Bahn AG.

Cambios

Suelen designarse por la forma de las vías, el radio de desviación y la tangente del ángulo comprendido, por ejemplo, 49-190-1 : 9. Ocupación de la vía con vagones solo hasta los piquetes de distancia → ❺.
Separación entre los ejes de las vías en los piquetes de distancia ≥ 3,5 m.
Longitud de las agujas → ❽
49-190-1 : 7,5 = 25,222 m/12,611 m
49-190-1 : 9 = 27,138 m/10,523 m
49-300-1 : 9 = 33,230 m/16,615 m
Diámetro normal de las placas giratorias Ø = D. Para ejes: 2-3 m, para vagones 3,5-10 m, para locomotoras: 12,5-23 m.

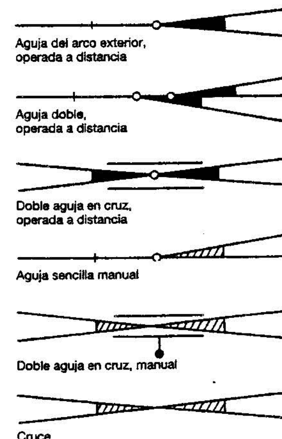
Transbordadores. Tamaño = separación mínima entre ejes de los vagones a transbordar + 0,5 m.



❼ Simbología

Cambio	r(m)	1:n	Medida real (long. de obra m)
ABW 49	215	1:4,8	22,1
EW 49	190	1:7,5	30,039
EW 49	190	1:9	27,138
DKW 49	190	1:9	33,23
DW 49	190	1:9r/ 1:9l	37,661

❽ Dimensiones de los cambios de agujas

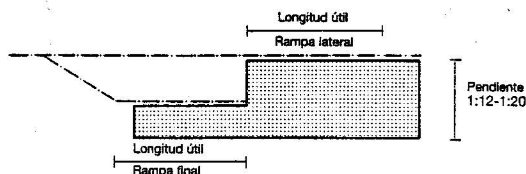


❾ Simbología

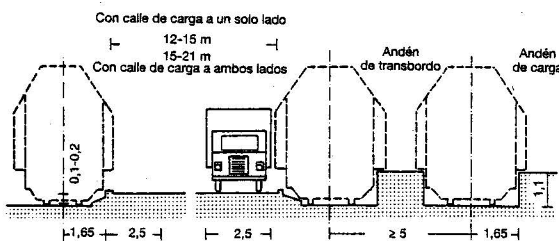
Medios de transporte

FERROCARRILES

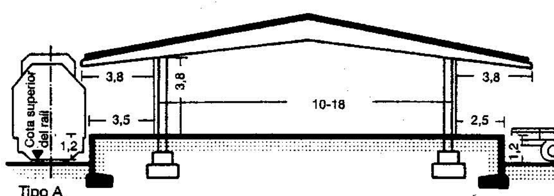
Vías
Transporte de mercancías
Estaciones ferroviarias
Edificio de viajeros
Andenes
Equipamiento de los andenes



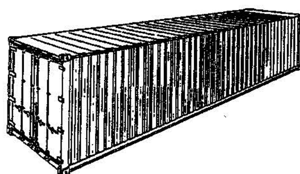
❶ Rampa lateral y final con una pendiente 1:12 y 1:20



❷ Sección transversal de una calle de carga (CR a menudo ~ C.S. de la calle)



❸ Sección de una nave de almacenamiento



Tipo 4		
Tipo 1	Tipo 3	
Tipo 2	Tipo 2	
Tipo 2	Tipo 1	Tipo 1

❹ Modulación de contenedores ISO

Código	Longitud de almacén mm	pies' pulgadas"
1	2.991	10'
2	6.058	20'
3	9.125	30'
4	12.192	40'
A	7.150	
B	7.315	24'
C	7.430	
D	7.450	24' 6"
E	7.820	
F	8.100	
G	12.500	41
H	13.106	43
K	13.600	
L	13.716	45
M	14.630	48
N	14.935	49
P	16.154	
Solo EE UU		53
Solo EE UU*		57

* Permitido solo en algunos Estados de Estados Unidos

❺ Codificación de longitudes de contenedores

Denominación de contenedores	Medidas exteriores						Peso bruto máximo permitido
	Longitud		Anchura		Altura		
	mm	pies' pulg."	mm	pies' pulg."	mm	pies' pulg."	kg
1AAA	12.192	40'	2.438	8'	2.896	9'6"	30.480
1AA					2.591	8'6"	
1A					2.438	8'	
1AX					< 2.438	< 8'	
1CC	6.058	19'10,5"	2.438	8'	2.591	8'6"	24.000
1C					2.438	8'	
1CX					< 2.438	< 8'	

❻ Medidas exteriores y pesos de los contenedores usuales de 40 y 20 pies. La medida constructiva de un contenedor de 20 pies se reduce por la medida de una junta, para así poder combinar contenedores largos con cortos

En la actualidad, el transporte ferroviario de mercancías forma parte del transporte internacional de productos. Para poder ser competitivos con el transporte por carretera se han desarrollado sistemas racionalizados de carga y descarga (transporte combinado).

Muelles de carga

Pueden ser muelles frontales o laterales e integrarse en o situarse junto a almacenes y naves de transbordo. La longitud es de aprox. 700 m para poder cargar o descargar trenes completos. La **anchura libre** para portones de acceso es ≥ 3,35 m, en el caso de edificios nuevos = 4 m. En las naves debe prestarse especial atención al gálibo de los ferrocarriles (pág. 420 → ❶) o, en el caso de transporte en camiones, al gálibo y los radios de giro pared a pared correspondientes (pág. 470 y pág. 410). Para las rampas de carga, véase capítulo: Abastecimiento y gestión de residuos (págs. 470-471). Las rampas laterales para carga de camiones con puertas que abren hacia afuera no deben superar 1,1 m de altura y sobrepasar 1 m si las puertas de vagones de trenes de viajeros tienen que abrir hacia el exterior. Otras rampas laterales para carga y descarga de vagones pueden (a excepción de andenes principales) ser de 1,2 m sobre la cota superior del carril. Los almacenes y las naves de almacenamiento deben configurarse según los tipos de productos. Los productos son transportados por lo general en palés para facilitar su carga y descarga. Por motivos logísticos se utilizan principalmente **europalés** (→ pág. 281) normalizados según la UIC-ficha 435-2 de la Asociación Internacional de Ferrocarriles.

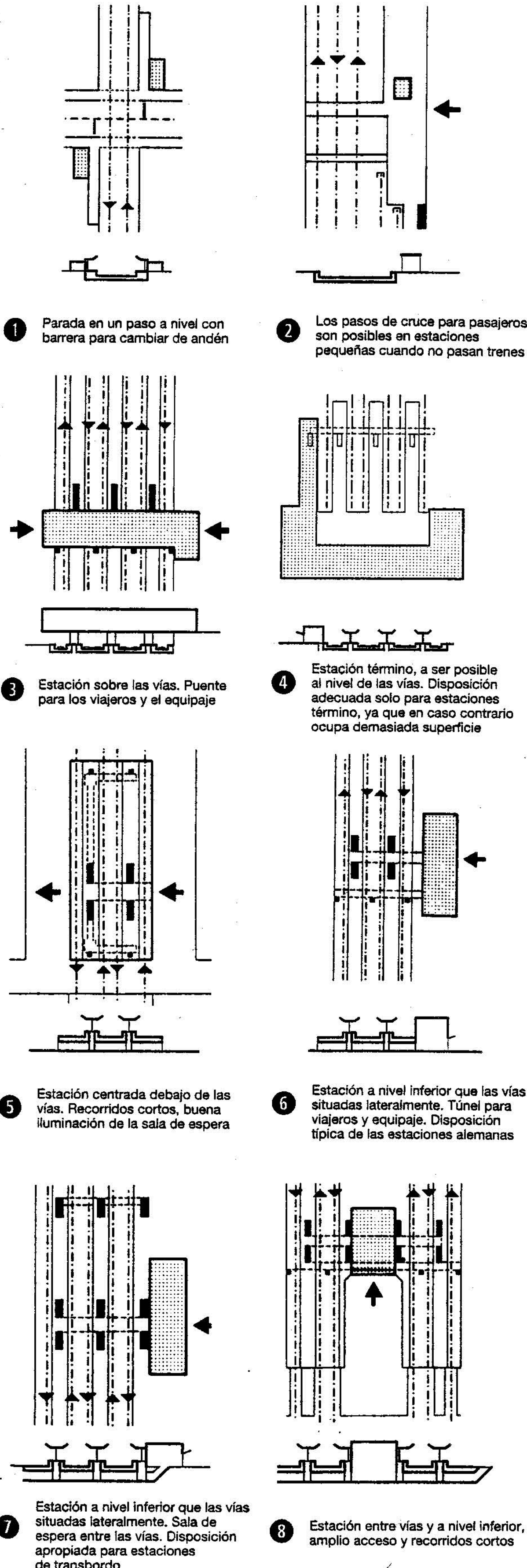
Transporte combinado/intermodal

Como transporte intermodal se consideran aquellos transportes de carga donde esta se mueve en la misma unidad de carga (cajas móviles, contenedores, semirremolques), o también en el mismo vehículo, con dos medios diferentes de transporte. Partiendo del transporte marítimo, los contenedores se han transformado en el receptáculo de carga universal para mercancía al por mayor y, cada vez más, también al por menor. Hacen posibles unos tiempos cortos de transbordo entre distintos medios de transporte por agua, por carretera y por tren.
El lugar de transbordo se denomina terminal de transporte intermodal, y en la mayor parte de los casos forma parte de un centro de transporte de carga. Los contenedores se almacenan y cargan automáticamente a otros medios de transporte.

Contenedor

Para el transporte internacional se utilizan principalmente contenedores ISO que miden 8 pies (2,44 m) de anchura y 20 (6,06 m) o 40 pies (12,19 m) de longitud (abreviaturas: TEU, Twenty-feet Equivalent Unit; y FEU, Forty-feet Equivalent Unit). Otras longitudes → ❺. El contenedor estándar mide 8 pies con 6 pulgadas de altura (2,59 m). El High Cube (también denominado HQ, High Quantity) mide 9 pies con 6 pulgadas (2,9 m). Las medidas se han fijado de modo que los contenedores puedan ser transportados por camión o ferrocarril en la mayoría de los países. Para el transporte de carga europeo también se utiliza la medida de 2,5 o 2,55 m de anchura (contenedores tipo Unidad Europea de Carga Intermodal). La estabilidad de los contenedores permiten apilar hasta 9 contenedores (resistencia mínima, cuatro contenedores completamente cargados). Existen distintas versiones especiales de contenedores, como, p. ej., contenedores frigoríficos para mercancías perecederas, contenedores cisterna para líquidos o gases, contenedores de automóviles o contenedores habitables para alojamientos provisionales. Otra posibilidad de transporte intermodal es el embarque de un camión completo, con o sin remolque, sobre un vagón especial; para ello se necesita una rampa al final del andén para subir el camión al tren.

ESTACIONES FERROVIARIAS



❶ Parada en un paso a nivel con barrera para cambiar de andén

❷ Los pasos de cruce para pasajeros son posibles en estaciones pequeñas cuando no pasan trenes

❸ Estación sobre las vías. Puente para los viajeros y el equipaje

❹ Estación término, a ser posible al nivel de las vías. Disposición adecuada solo para estaciones término, ya que en caso contrario ocupa demasiada superficie

❺ Estación centrada debajo de las vías. Recorridos cortos, buena iluminación de la sala de espera

❻ Estación a nivel inferior que las vías situadas lateralmente. Túnel para viajeros y equipaje. Disposición típica de las estaciones alemanas

❼ Estación a nivel inferior que las vías situadas lateralmente. Sala de espera entre las vías. Disposición apropiada para estaciones de transbordo

❽ Estación entre vías y a nivel inferior, amplio acceso y recorridos cortos

Principalmente se distinguen puntos de parada (apeaderos en libre recorrido sin cambio de agujas ni edificio de estación) y estaciones (mínimo un cambio de agujas para desviar trenes en direcciones opuestas o cambiar de sentido).

La denominación de las estaciones depende de la disposición de los andenes y de la ubicación del edificio de viajeros.

1. Estaciones de paso (las más comunes, p. ej., estaciones centrales de Colonia o Hannover) → ❻.
2. Estaciones terminales (p. ej., estaciones centrales de Leipzig o Múnich) → ❹.
3. Estaciones de cruce a distinto nivel (p. ej., estaciones centrales de Osnabruck o Berlín).
4. Estaciones-isla (edificio de viajeros entre los andenes, p. ej., estación central de Halle/Salle) → ❽.

El trazado de las vías hacia las estaciones dentro de la ciudad se realiza a nivel de la calle, sobre taludes con pasos bajo nivel o en zanjas y túneles con pasos sobre nivel. Del trazado de las vías se deduce el emplazamiento del edificio de la estación → ❶–❻, teniendo en cuenta que el soterramiento de las vías es muy conveniente para la ciudad (p. ej., el proyecto Stuttgart 21, remodelación de la estación terminal en una estación de paso subterránea aprovechando el antiguo edificio de viajeros).

Principios para el proyecto

Tanto para la obra nueva como para la remodelación, son válidos los siguientes principios (orden según importancia):

1. Funcionamiento seguro y sin accidentes
2. Sensación de seguridad y bienestar
3. Fácil orientación
4. Fácil mantenimiento del edificio
5. Imagen propia/creación de marca
6. Belleza del edificio

Las estaciones de ferrocarril deben estar conectadas a otros medios de transporte por caminos peatonales lo más cortos posibles. Los metros y los trenes suburbanos deben situarse en lo posible bajo el edificio de la estación. El transporte público debe estar lo más cerca posible del andén ferroviario. Además de estacionamientos de larga duración, tienen que contemplarse paradas para taxis y vehículos privados.

En el vestíbulo de acceso se encuentran los servicios de la empresa ferroviaria, como centro de viajes, punto de servicios, zonas de espera, sala de descanso (en estaciones grandes) y consignas, superficies para alquilar a arrendatarios externos.

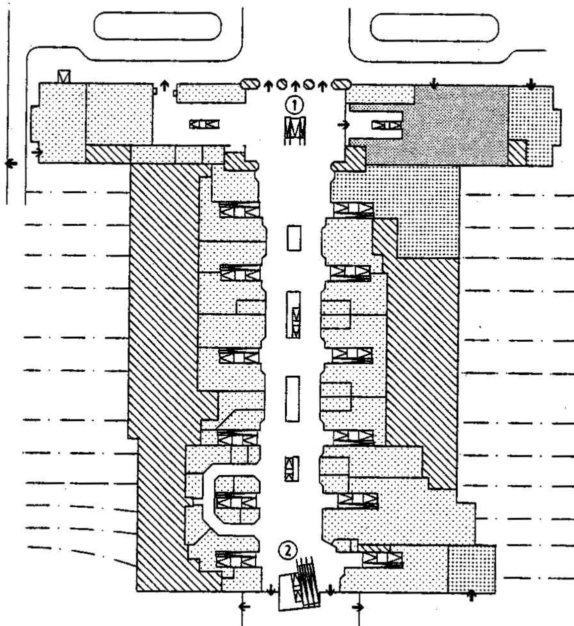
Pasos de peatón bajo y sobre nivel

La anchura mínima para los pasos bajo y sobre nivel es de 2,5 m. Las anchuras mayores serán un múltiplo de la anchura de carril necesaria para el tránsito peatonal de 0,8 m. La altura libre es de mín. 2,5 m, bajo equipamientos adicionales también puede ser de 2,25 m.

Accesos universales

En caso de contar más de 1.000 pasajeros diarios, debe contemplarse al menos un acceso a los andenes para discapacitados (las rampas siempre son accesibles y no requieren mantenimiento). Los ascensores deben ser ejecutados con dos accesos 180° (principio *roll-on* y *roll-off*, primeras entradas-primeras salidas) y con cabinas transparentes. Para las medidas mínimas deben tenerse en cuenta las ordenanzas locales correspondientes. Un objetivo es facilitar el transporte a cochecitos de niños, carros para equipaje y bicicletas. Los accesos a los andenes solo están permitidos en sentido longitudinal a los mismos, con un espacio libre de 1,5 × 1,5 m delante del ascensor.

En el suelo se dispondrán bandas indicadoras de superficie táctil de alto contraste y gran resalte que marcan las franjas de seguridad de los andenes. En los pasamanos de escaleras y rampas se indicarán los números de los andenes en braille.



❶ Pasaje de la estación de ferrocarriles de Hannover

① **Acceso principal** con punto de servicios
② **Acceso lateral**/acceso al metro

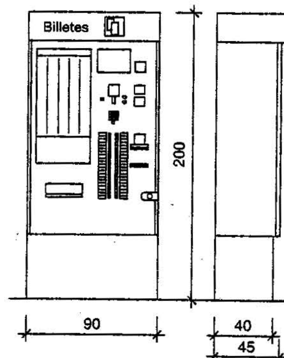
Servicio para viajeros de la DB (empresa de ferrocarriles alemana)
DB Lounge,
Centro de viajes

Servicio de la estación de la DB
Consigna
Correo
Policía nacional

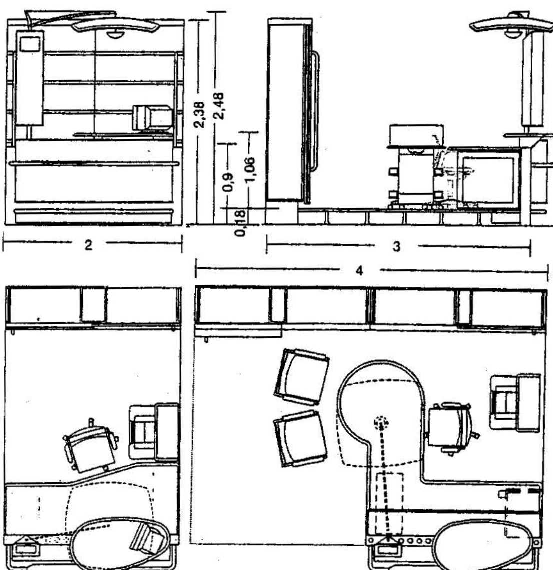
Empresas de servicios superficies de arriendo
Gastronomía
Aseos (aseos/duchas)
Artículos de viaje

Almacén e instalaciones

❷ Pasaje de la estación de ferrocarriles de Hannover



❸ Medidas de las máquinas automáticas expendedoras de billetes, aisladas. También es posible empotrarlas



❹ Sistema modular de mobiliario del centro de viajes [08]

Los edificios de viajeros sirven de conexión del ferrocarril con otros medios de transporte. La gama de servicios que ofrece la propia empresa de ferrocarriles se limita a las prestaciones necesarias para el funcionamiento: venta de billetes, información y consigna. Para otros servicios se arriendan superficies comerciales en el área de la estación → ❶–❷.

Centro de viajes

El centro de viajes sirve para el asesoramiento personalizado y la venta de billetes. El mobiliario es modular; la unidad de mostrador más pequeña es de 2 × 3 m. Los elementos se suministran completamente prefabricados y premontados. El montaje sobre patas ajustables facilita la adaptación de las instalaciones así como una nivelación de alturas entre el personal que está sentado y el cliente que está de pie. El sistema se completa con diversos elementos de remate → ❹.

Para los clientes que esperan debe haber una zona suficientemente amplia y a cierta distancia de los mostradores. Cuando sea posible, organizar varios mostradores con una cola de espera central. Para descongestionar las filas se instalan máquinas automáticas expendedoras de billetes, también para viajes de larga distancia → ❸.

Punto de servicio

El punto de servicio es el lugar central de información entre clientes y personal de servicio. Es el punto directo de recepción para los viajeros. Para satisfacer las diversas demandas y los casos especiales se desarrolla una familia de productos con tres tipologías base:

1. Tipo de punto de servicio aislado: de ubicación aislada en edificios de viajeros, con diferentes tamaños posibles, modular, en diversas situaciones espaciales, para uno a cuatro empleados (para dos lugares de trabajo, longitud × anchura × altura: 3 × 5 × 3,5 m).
2. Tipo de punto de servicio integrado: dentro de una fachada/en el interior del edificio de viajeros, junto a los mostradores para viajeros para uno a cuatro empleados (longitud × anchura × altura: 2 × 2,6 × 3,1 m para un lugar de trabajo, cada puesto adicional aumenta la longitud en 1,7 m).
3. Tipo de punto de servicio móvil: como puesto con ruedas para un uso flexible en el edificio y en los andenes, cada uno para un empleado (longitud × anchura × altura: 0,9 × 0,8 × 2,3 m). Los tamaños indicados dependen del estado actual del proyecto y pueden variar.

Escaleras

La anchura útil de la escalera debe ser múltiplo de 80 cm (anchura necesaria para carril de tránsito peatonal) y como mínimo de 2,4 m de anchura libre. Se calcula según el tránsito de personas que se esperan y la siguiente fórmula:

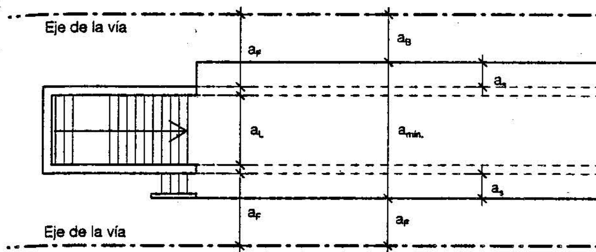
$$b_{Tn} = \frac{n_P}{v \cdot d \cdot t} + g$$

n_P	personas	Número de viajeros en hora punta	
v	m/s	Velocidad media	= 0,65
d	pers./m²	Densidad de tráfico de personas	= 1
t	s	Tiempo de abordaje en el andén	= 120-180
a	m	Anchura necesaria	
		para tránsito peatonal en doble sentido	= 0,8
		para tránsito a corta distancia y suburbano	= 0,6

Medidas de escaleras → pág. 132 y ss. El espacio libre delante de la escalera ha de ser 1,5 veces la anchura de la misma. El primer y último peldaño deben (el resto pueden) estar marcadas con una banda de contraste de 6 cm de anchura.

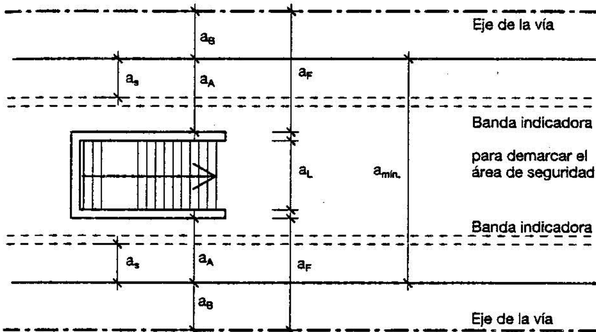
Escaleras mecánicas

A partir de una densidad de pasajeros > 3.000 pers./h o > 500 personas con una diferencia de alturas de más de 8 m se deben contemplar escaleras mecánicas. La anchura mínima es de 1 m para poder transportar carritos portamaletas → pág. 138 y ss.



Anchura del andén $a_{mín.} = a_L + 2z + 2\,(a_F - a_f)$

- a_F Distancia mínima de objetos fijos (por ejemplo, pilares) del eje de la vía
  - sobre el andén = 3 m
  - en el borde del andén = 2,5 m
- a_A Distancia entre construcciones en el andén y borde del andén bajo consideración de la anchura de paso apto para discapacitados y el área de paso a_s
  - junto a elementos pequeños (p. ej., pilares) mín. $a_A = a_s + 0{,}9$ m
  - al lado de construcciones más grandes con un paso como mínimo mín. $a_A = a_s + 1{,}2$ m
- a_B Distancia del borde del andén al borde de la vía
- $a_{mín.}$ Anchura mínima del andén
- a_s Anchura del área de paso
  - $V \leq 160$ km/h $a_s = 2{,}5\text{-}1{,}65$ m (para vías rectas)
  - $160 > V \leq 200$ km/h $a_s = 3\text{-}1{,}65$ m (para vías rectas)
- a_L Anchura libre de la escalera o rampa entre los vagones
- z Anchura de la zanca de la escalera (incluyendo revestimiento)



❶ Anchuras de andén y área de circulación

Clasificación de los andenes	A	A 1	A 2	A 3	B	B 1	B 2	C	D
Longitudes normales de los andenes	405 m	370 m	320 m	280 m	210 m	170 m	140 m	120 m	60 m

❷ Longitud de andenes (A distancias largas, B distancias cortas, C y D puntos de parada menores). Tren de alta velocidad completo necesita 405 m, medio 210 m

Anchuras

Los andenes se clasifican según su situación entre centrales (entre dos vías) o laterales (con solo un borde de andén). La anchura del andén se calcula según la cantidad de pasajeros. Es importante la zona de espera, la anchura necesaria para el tránsito peatonal de 0,8 m y la de la franja de seguridad, que se fijará según las velocidades máximas de los trenes que circulan → ❶. Las distancias a las vías se miden siempre desde el eje de las mismas (el centro).

Las anchuras mínimas para:

andén lateral = 2,5 m – 1,65 m + 2 × 0,8 m = 2,45 m
andén central = 2 × (2,5 m – 1,65 m) + 2 × 0,8 m = 3,3 m

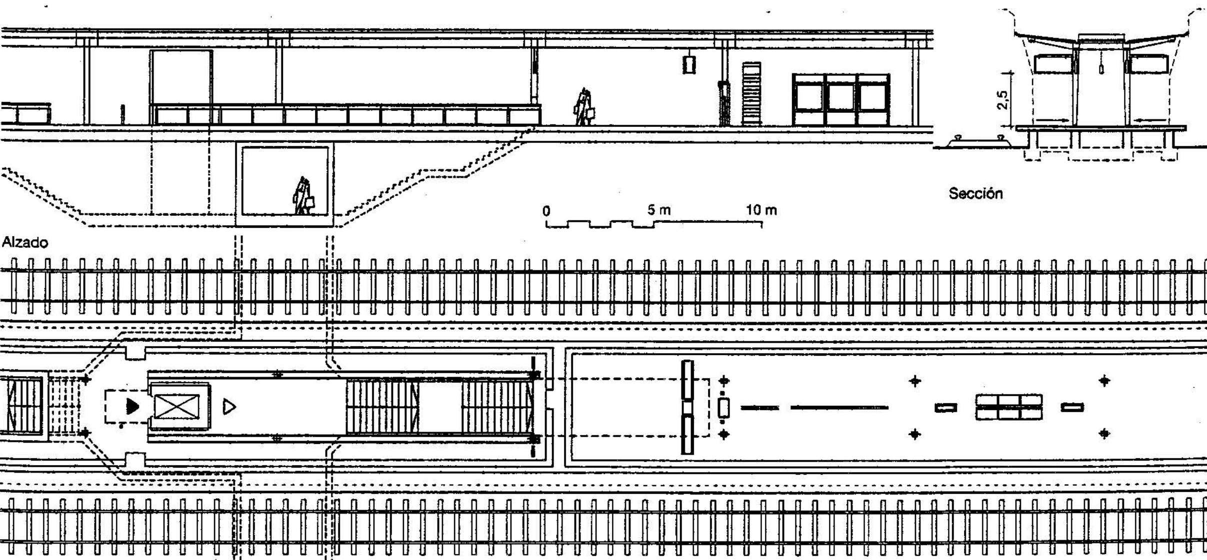
Alturas y longitudes de los andenes

La altura del andén siempre se mide desde la cota superior del carril: normal (76 cm), en tráfico de distancias cortas (55 cm) y para trenes suburbanos (96 cm). Los antiguos andenes pueden incluso tener 38 cm de altura. Las alturas y longitudes de los andenes dependerán de sus programas de funciones → ❷.

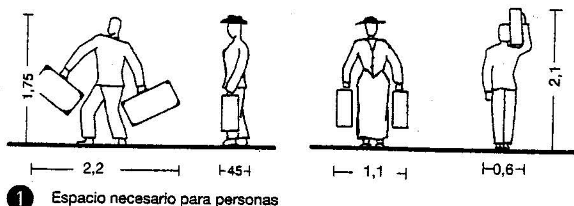
Las longitudes pueden ser mayores en algunos casos debido a las técnicas de señalización.

Marquesinas

Para cubrir los andenes existen tres tipos estandarizados de marquesinas, cuya elección se efectúa según el tipo de estación y la dificultad constructiva. Son más convenientes aquellos sistemas que requieren tiempos cortos de construcción (estructuras porticadas) y escasa cimentación, pues solo afectan durante poco tiempo el tráfico de trenes según el horario (los llamados cortes de tráfico por obras significan emplear personal de seguridad, asegurar los pasos superiores y el bloqueo de las vías). La construcción de marquesinas se realiza sobre una retícula de múltiplos de 30 cm (estándar 9 m) del módulo del revestimiento de suelo del andén. La altura libre mínima debería ser de 3,25 m para que quede una altura libre de mín. de 2,5 m debajo de los sistemas de indicadores suspendidos. Deben respetarse los espacios necesarios para la descongestión y la espera, y también las distancias exigidas a las vías. Para el cálculo estructural de construcciones superpuestas y de los elementos suspendidos de las marquesinas debe considerarse una carga adicional por al viento que provocan los trenes en circulación.

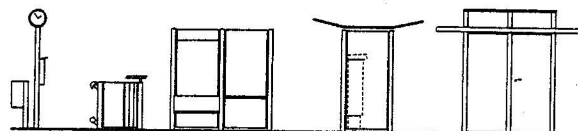


❸ Andén estándar con marquesinas modelo Zwiesel



1 Espacio necesario para personas



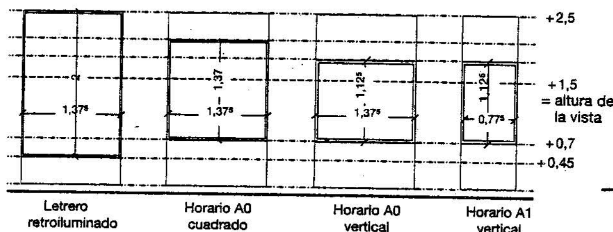


2 Diferentes tipos de asientos, aislados y con cobertizo [09]

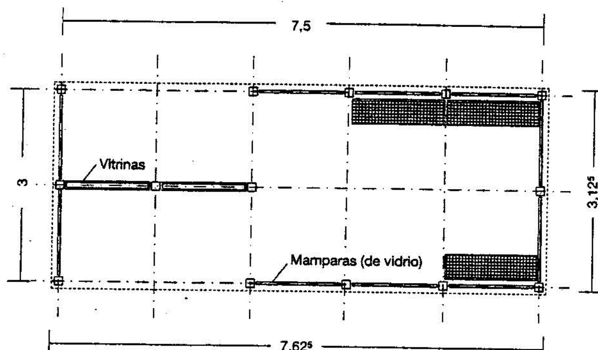
3 Mobiliario del andén del sistema Raster22



4 Variantes de cubiertas para protección contra la intemperie



5 Vitrinas para carteles y horarios. En vitrinas retroiluminadas se iguala la diferencia con el formato de papel mediante un paspartú translúcido. El desarrollo de alturas debe también posibilitar la lectura para personas más bajas. [09]

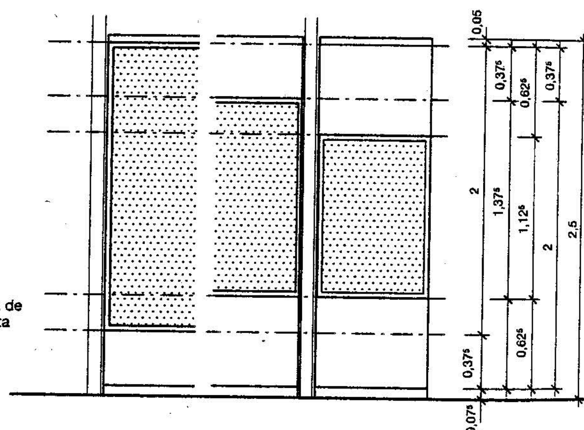


6 Mamparas para proteger contra la intemperie o el viento tipo T-en-U para andenes centrales [09]

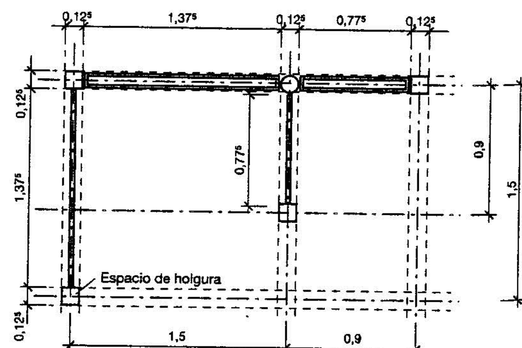
Las obras menores con superficies inferiores a 100 m² no necesitan aprobación técnica. Por lo general, los elementos de construcción y de equipamiento deben elegirse obligatoriamente de un catálogo de productos optimizados y evaluados en lo que se refiere a la seguridad, facilidad de montaje y diseño corporativo.

Raster22®

La empresa DB Station & Service AG ha desarrollado un sistema de productos comerciales Raster22 para cobertizos contra la intemperie, mamparas, vitrinas y asientos. Basándose en la retícula básica del revestimiento del suelo con losas de 30 cm se deriva un sistema de medidas e interfaces (90 y 150 cm). Para pilares y elementos de unión se prevé una holgura de 12,5 cm, de modo que los espacios restantes de 77,5 y/o 137,5 cm puedan dotarse de accesorios como mamparas o vitrinas. Las medidas de las vitrinas se basan en las de los carteles retroiluminados (aprox. 200 × 136 cm). Las alturas se adaptan a la modulación de los indicadores de 12,5 cm. Mediante este sistema reticulado pueden combinarse diversos elementos constructivos de distintos fabricantes, y se facilita la planificación de entregas y cimentaciones. Para los asientos existen dos familias de productos, un sistema de bancos y otro de asientos individuales. Distintas variantes de anclaje y de acabado de los asientos, en alambre de acero de 4 mm para exteriores (resistente a vandalismo y a la intemperie) y de listones de madera laminada para interiores, ofrecen una gran variedad de usos posibles.



7 Sistema Raster22, módulos en alzado

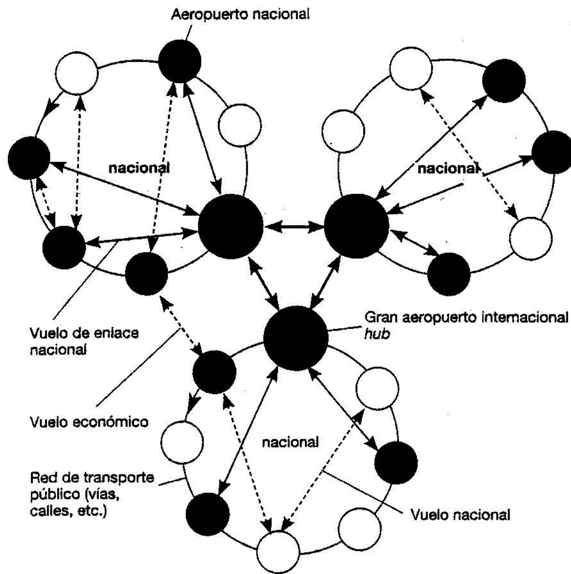


8 Sistema Raster22, módulos en planta [09]

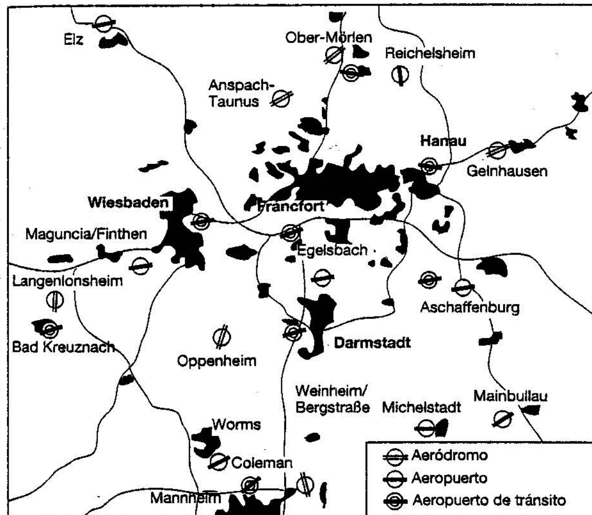
Medios de transporte

FERROCARRILES

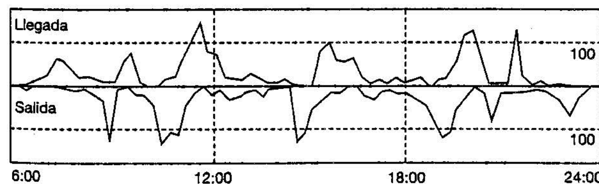
Vías
Transporte de mercancías
Estaciones ferroviarias
Edificio de viajeros
Andenes
Equipamiento de los andenes



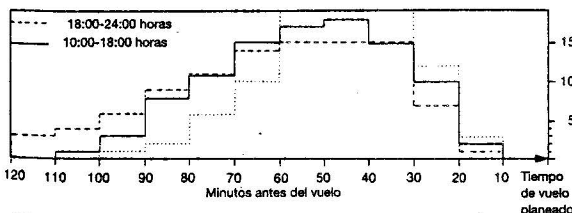
❶ La aviación como parte de una red de tráfico intermodal



❷ Densidad de aeropuertos (ejemplo: zona del Rin/Meno, Alemania)



❹ Sistema de "nudos" (sincronización de llegadas y salidas) de un gran aeropuerto (*hub*): nº. de vuelos/h



❺ Tiempo de llegada de los pasajeros antes de la salida prevista

El mercado de tráfico aéreo

Con la privatización del tráfico aéreo (líneas aéreas, aeropuertos, etc.) se ha creado un mercado complejo con una fuerte competencia. El segmento de transporte de pasajeros (viajes de negocios y vuelos turísticos, en vuelo regular o chárter) se distingue del transporte de carga aéreo, dividido cada uno en los segmentos nacional, europeo e internacional. En cuanto a los aspectos de **velocidad** (tiempos de vuelo, duración de vuelo, velocidad de transbordo) y **precio** se desdibujan las distintas estrategias empresariales de las aerolíneas → ❶, (p. ej., el modelo **"hub and spoke"**: grandes aeropuertos internacionales *hubs* conectados mediante aviones de grandes dimensiones, una red de aeropuertos nacionales aseguran la conexión regional). Para tener tiempos de transbordo cortos los vuelos están sincronizados en ciertas horas del día en **"nudos"** → ❹; el modelo de **vuelos de bajo coste**: aeropuertos económicos (bajas tasas aeroportuarias de aterrizaje y despegue) y *slots* baratos (horarios de salida poco favorables) son combinados con aviones de tamaño mediano).

Las fuentes de ingresos tradicionales de los aeropuertos, las tasas de aterrizaje y despegue, pasan hoy en día a segundo plano en comparación con el resto de ingresos por alquiler de superficies comerciales y oficinas en el ámbito del aeropuerto. Esta evolución tiene una influencia considerable para la planificación y la arquitectura de los aeropuertos actuales.

Acuerdo ICAO	Las bases del proyecto para las instalaciones y el funcionamiento de aeródromos están reguladas en el anexo 14, tomo 1 del acuerdo de la International Civil Aviation Organisation (ICAO) como principio de la legislación nacional. La ICAO es una organización que depende de la ONU y que lleva a cabo la planificación de tráfico aéreo civil, con más de 180 Estados miembros. Entre las tareas de la ICAO están la estandarización y seguridad del tráfico aéreo, el desarrollo de infraestructuras, así como la redacción de recomendaciones y regulaciones. Además le corresponde la adjudicación de los denominados códigos ICAO → pág. 426
Legislación alemana de la construcción	Contiene condiciones de aprobación para la construcción de aeródromos. En este caso se trata generalmente de proyectos complejos y de impacto territorial, para los cuales está descrito un procedimiento de evaluación de impacto territorial con requisitos adicionales (p. ej., evaluación de impacto ambiental, plan de paisajismo) → pág. 68
Ley alemana de ruido aéreo	Por motivos de las cargas propias de un aeropuerto (ruidos, emisiones, etc.) se someten la construcción y el funcionamiento a muchas leyes medioambientales. (por ejemplo, ordenanza de aeródromos, ley de acústica aérea)

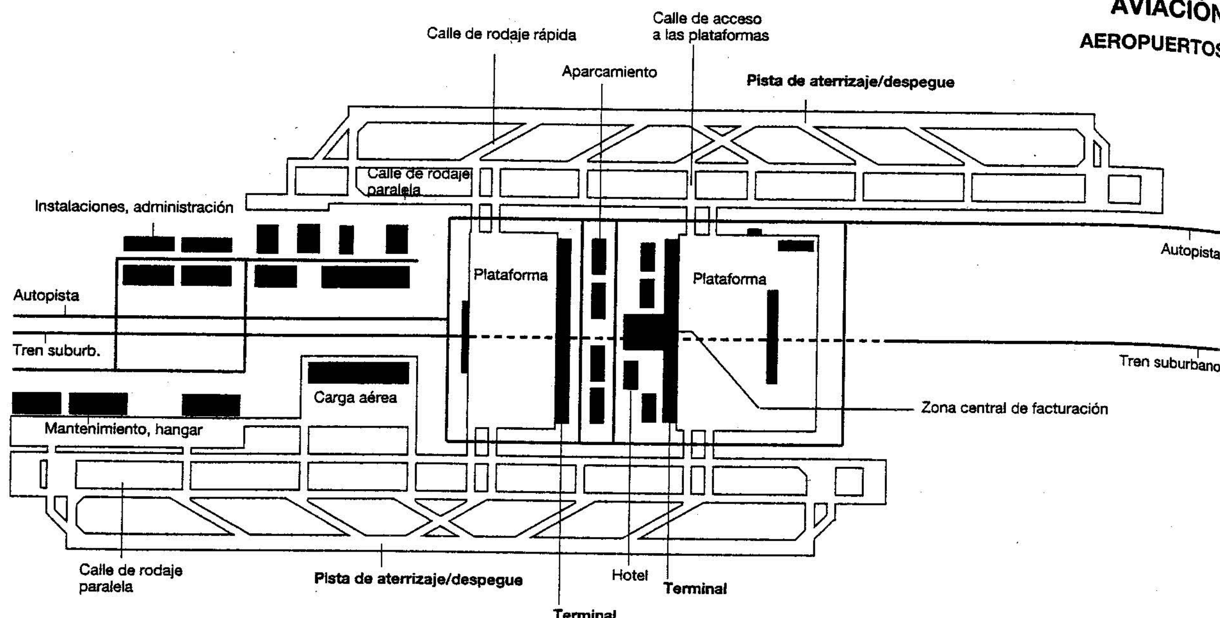
❸ Bases del proyecto

Tratado de la International Civil Aviation Organisation (ICAO), anexo 14, tomo 1
Ley alemana de tráfico aéreo (LuftVG)
Código alemán de Construcción (BauGB)
Ordenanza alemana de aeródromos
Ley alemana de ruido aéreo
Tratado de la International Civil Aviation Organisation (ICAO), anexo 14, tomo 1
Ley alemana de tráfico aéreo (LuftVG)
Código alemán de Construcción (BauGB)
Ordenanza alemana de aeródromos
Ley alemana de ruido aéreo

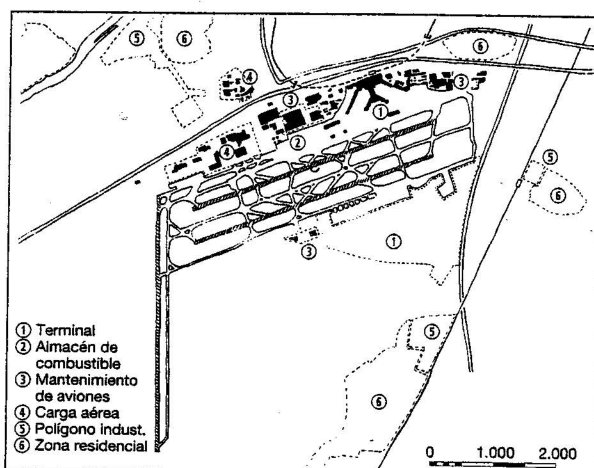
Protección del medio ambiente

En el marco del procedimiento de ordenación territorial, en los proyectos de aeropuertos deben considerarse muchos aspectos de protección medioambiental (evaluación de impacto ambiental, plan de mitigación de impactos sobre el paisaje, etc.). Un criterio central de evaluación con valores límite correspondientes es, además de las conexiones de tráfico, la carga de ruido de las pistas de despegue y aterrizaje. En este contexto, se denomina tapete acústico a la superficie de suelo que durante el despegue o aterrizaje de un avión alcanza un nivel de ruido específico según el modelo de avión.

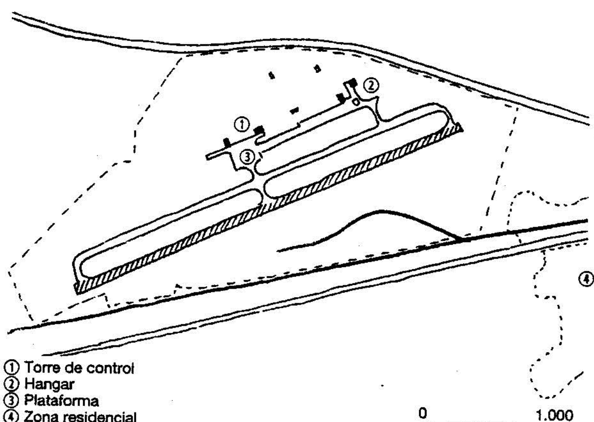
Además, el funcionamiento diario tienen que ver con una serie de cuestiones tecnicomedioambientales, en especial en lo que se refiere a la protección contra el ruido (p. ej., mediante regulaciones de vuelos nocturnos, política de tasas orientadas a los ruidos, medidas para la construcción de protectores acústicos), la protección de aguas (p. ej., mediante depósitos de retención de aguas pluviales para el control del desagüe de precipitaciones en las áreas de funciones aeroportuarias, aplicación restringida de sustancias químicas nocivas para el medio ambiente, como los líquidos anticongelantes para aeronaves y superficies), gestión energética y medioambiental, y gestión de residuos.



1 Esquema de áreas funcionales de un aeropuerto basada en el de Múnich; escala aprox. 1:4.000 [10]



2 Aeropuerto de Fráncfort [11] (no apto para fines de navegación)



3 Aeródromo de Schwerin-Parchim [11] (no apto para fines de navegación)

Clasificación de aeropuertos

El término "aeródromo" es un concepto general para:
Aeropuertos (con área de prohibición de edificación)
Aeródromo (según sea el caso, con área parcial de prohibición de edificación)
Campos de vuelo de planeadores, helipuertos
Los aeropuertos y los aeródromos se clasifican en aeropuertos de tráfico o especiales, accesibles para cualquier pasajero o aviador, o solo para algún fin especial (p. ej., aeropuertos de servicio, aeroclubes).

Parámetros para el proyecto de aeropuertos → 1

Sistema de pistas de aterrizaje y despegue: cantidad y trazado (distancia) de pistas de aterrizaje y despegue depende del posible tráfico aéreo → pág. 429.

Terminal: la capacidad de rendimiento del sistema de facturación (despacho de pasajeros y equipaje o carga por unidad de tiempo) se determina mediante los siguientes parámetros: conexión con los medios de transporte terrestres (trenes de larga distancia y suburbanos, aparcamientos, distancia de los accesos rodados preferentes), despacho de pasajeros (número de mostradores de facturación), despacho de equipaje (cantidad de mostradores y rendimiento del sistema transportador de equipaje), organización del control de pasajeros, controles de seguridad, controles de embarque (tamaño de las salas de espera, número de mostradores) → pág. 430.

Plataformas: con este término se designa el área que une las zonas de estacionamiento de los aviones, las vías de tránsito correspondientes (vías de rodaje de las plataformas), las vías para vehículos de servicio así como los aparcamientos para equipos de servicio. La plataforma conecta las pistas de aterrizaje y despegue y el sistema de calles de rodaje con la terminal y, desde el punto de vista funcional, está unida a esta. La plataforma y la terminal deben desarrollarse conjuntamente → pág. 431.

Edificios anexos: el funcionamiento de un aeropuerto requiere distintas funciones secundarias que deben considerarse en la concepción general: administración, mantenimiento, bomberos, carga aérea, etc.

Superficies de servicios: (*non aviation*) la distribución estratégica de superficies comerciales y sus servicios (hotel, restaurantes, aparcamiento, zona de compras, etc.) a las superficies funcionales propias de un aeropuerto tiene hoy en día una importancia cada vez mayor en el proyecto de un aeropuerto → pág. 430.

Red de tráfico terrestre: la conexión confortable, fiable y temporalmente calculable de un aeropuerto con la red de transportes terrestres (intermodalidad) es decisiva para la capacidad funcional del tráfico aéreo.

PISTAS DE DESPEGUE Y ATERRIZAJE

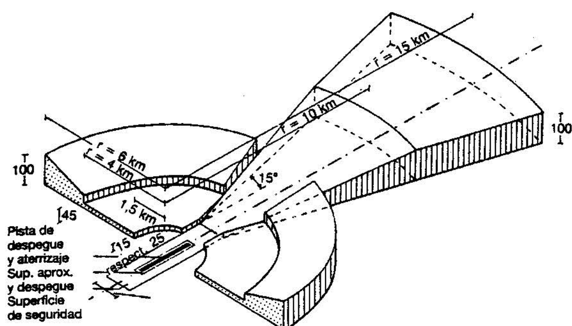
Las pistas de despegue y aterrizaje (*runways*, abreviado RWY) sirven para la aceleración de los aviones al despegar y/o para el frenado al aterrizar. La dirección, la longitud/anchura y la cantidad se determinan según los siguientes factores:

La **dirección** depende del viento y de las condiciones topográficas locales. Debe lograrse que el aeropuerto pueda ser sobrevolado hasta un 95 % del tiempo. Una presencia continua de fuertes vientos puede hacer necesaria una segunda pista de aterrizaje y despegue con sus correspondientes equipos → ❷.

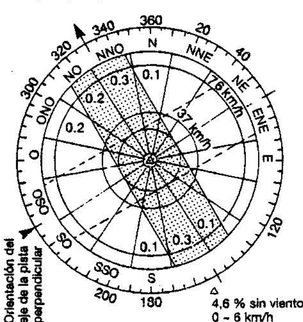
La **cantidad** depende del volumen de tráfico, la distribución paralela con una distancia entre ejes de 1.310 m es óptima para despegue y aterrizaje simultáneos y se alcanza la máxima capacidad → ❹.

La **longitud/anchura** se determina según el modelo del aeroplano tipo, por las condiciones locales climáticas y topográficas, como temperatura, presión atmosférica (análoga a la altura del aeródromo), pendiente del terreno, etc. (aeropuertos mayores, pistas de aterrizaje y despegue de hasta 4.000 m de longitud y de 40-65 m de anchura). Por ambos lados y en conexión con pistas de aterrizaje y despegue se deben disponer **zonas de protección de pista o limitación de edificación** → ❶. Cada país tiene su autoridad nacional de aviación civil, competente para otorgar licencias de construcciones en esta zona. Adicionalmente son obligatorias las **superficies limitadoras de obstáculos** → ❸ dentro de las cuales existen restricciones para la construcción de edificios.

Las pistas de aterrizaje y despegue se denominan según su orientación (en décimas de grados), en el caso de una distribución en paralelo se agrega además R (*right*) L (*left*) y/o C (*center*). Las marcas y las balizas codifican los distintos tramos, ejes centrales, anchuras y capacidades de carga de las pistas. El sistema de calles de rodaje de un aeropuerto se desarrolla de forma que la pista de aterrizaje y despegue pueda despejarse lo más rápido posible después del aterrizaje (calles de rodaje rápidas) y se alcance la posición de estacionamiento lo más rápido posible y por el camino más corto.



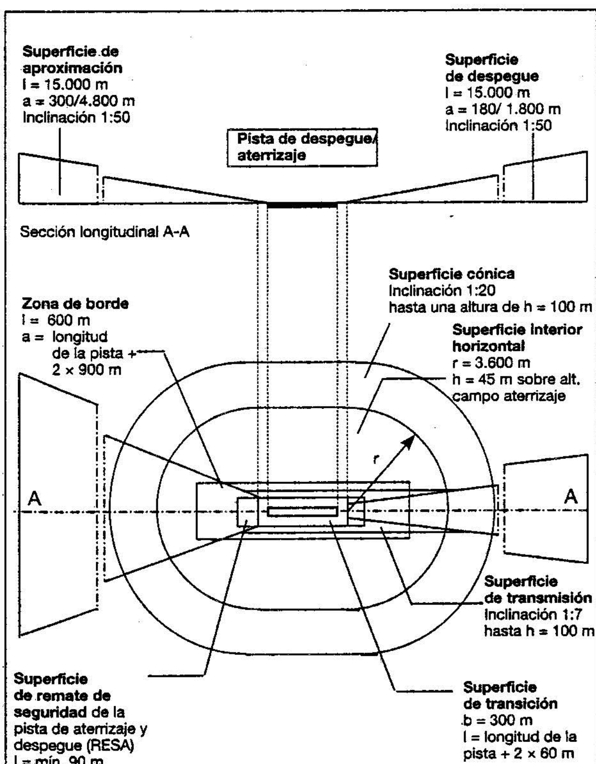
❶ Zona de limitación de la edificación para un aeropuerto con una pista de aterrizaje instrumental



Distribución de los vientos

Direc. viento	7-24 km/h	26-37 km/h	39-76 km/h	Total
N	4,8	1,3	0,1	6,2
NNE	3,7	0,8	–	4,5
NE	1,5	0,1	–	1,6
ENE	2,3	0,3	–	2,6
E	2,4	0,4	–	2,8
ESE	5	1,1	–	6,1
SE	6,4	3,2	0,1	9,7
SSE	7,3	7,7	0,3	15,3
S	4,4	2,2	0,1	6,7
SSO	2,6	0,9	–	3,5
SO	1,6	0,1	–	1,7
OSO	3,1	0,4	–	3,5
O	1,9	0,3	–	2,2
ONO	5,8	2,6	0,2	8,6
NO	4,8	2,4	0,2	7,4
NNO	7,8	4,9	0,3	13
Sin viento	(0-6 km/h)			4,6
Total				100

❷ Ejemplo de rosa de los vientos y datos eólicos



❸ Espacio libre de obstáculos de las pistas de aterrizaje y despegue con funcionamiento de instrumentales en el vuelo (como ejemplo de pistas de precisión según CIAO, anexo 14 código 3/4)

Capacidad horaria

Pistas de despegue y aterrizaje	WFR	IFR	Tráfico anual
	Movimientos/hora		Movimientos
(una pista)	51–98	50–59	195.000–240.000
(dos pistas paralelas, 215–761 m)	94–197	56–60	260.000–355.000
(dos pistas paralelas, 762–1.310 m)	103–197	62–75	275.000–365.000
(dos pistas paralelas, 1.311 m +)	103–197	99–119	305.000–370.000
(pistas en V, (⟶))	73–150	56–60	220.000–270.000
(pistas en V, (←– –))	73–132	56–60	215.000–265.000
(pistas cruzadas)	72–98	56–60	200.000–265.000

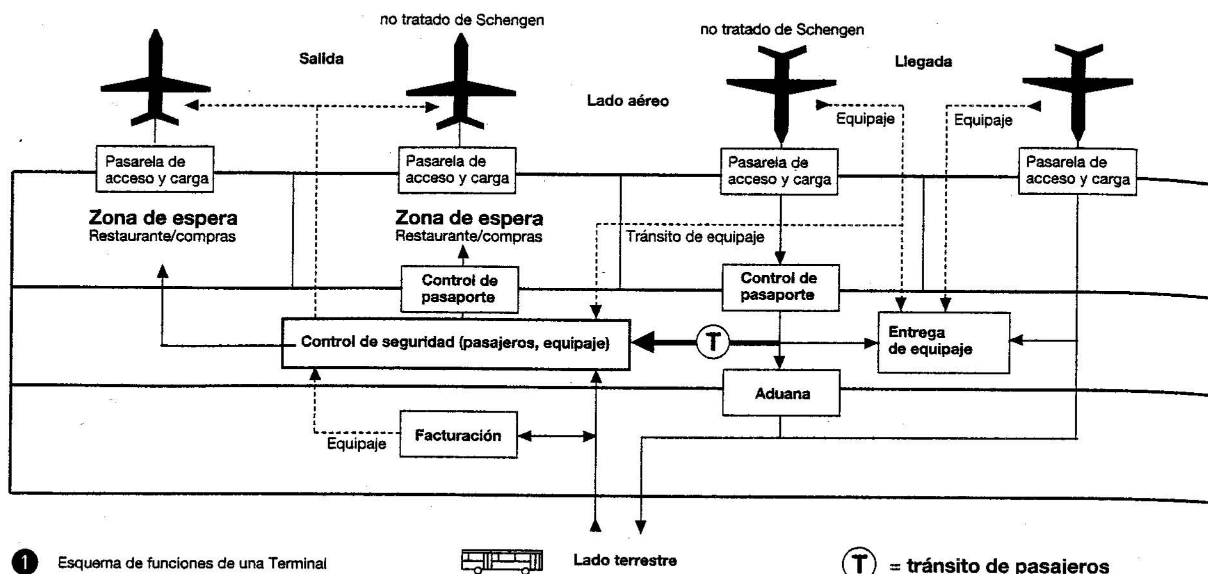
VFR: Condiciones de vuelo visual
IFR: Condiciones de vuelo instrumental

❹ Capacidad de los diferentes sistemas de pistas de despegue y aterrizaje

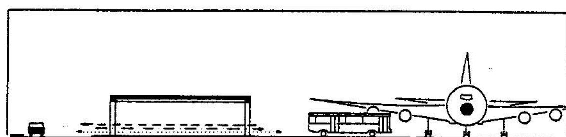
Medios de transporte

AVIACIÓN

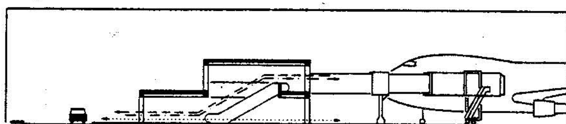
Generalidades
Aeropuertos
Pistas de despegue y aterrizaje
Terminal
Plataformas
Aviones



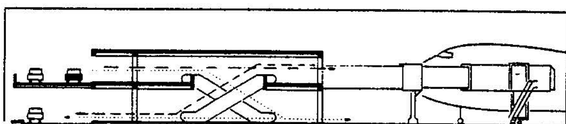
❶ Esquema de funciones de una Terminal



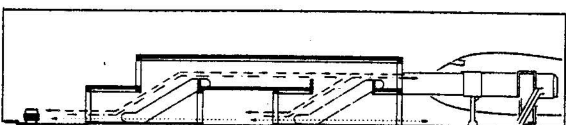
❷ Terminal de una planta con accesos al mismo nivel



❸ Terminal de dos plantas con calle de acceso en planta baja

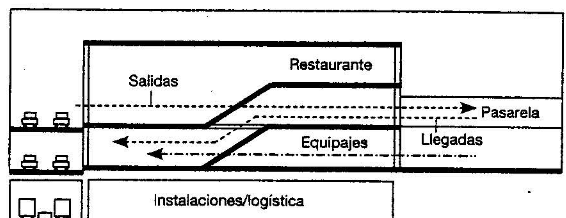


❹ Terminal de dos plantas con calle de acceso en ambos niveles



❺ Terminal de dos plantas con calle de acceso en planta baja. Disposición típica de los niveles de recepción en un aeropuerto

--- Recorrido desembarque
-·- Recorrido embarque
···· Equipaje



❻ Calle de dos niveles/conexión con el tren suburbano
Terminal de tres niveles con nivel técnico

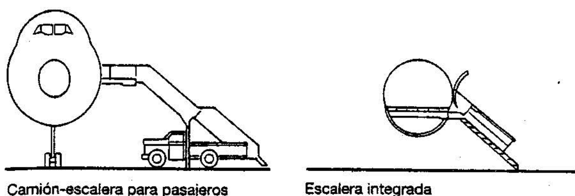
Para la planificación de una terminal deben coordinarse relaciones técnicas y funcionales complejas → ❶ (delimitación de áreas públicas y seguras, organización y dimensionado de superficies de facturación, zonas de tránsito y de espera, sistemas transportadores con trazados de varias plantas) con una gran variedad de exigencias adicionales. La extensión y el programa dan cualidades urbanísticas a la planificación.

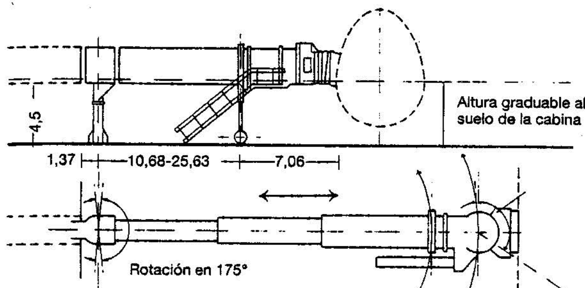
Asistencia en tierra

El término de asistencia en tierra engloba todos los contactos con clientes y servicios de facturación desde el control de seguridad hasta el embarque al avión. La asistencia en tierra se realiza en pasos fijados → ❶ y se lleva a cabo por la propia aerolínea o por una empresa encargada (*handling agent*). El principio de la asistencia en tierra es garantizar que **ningún pasajero o equipaje sin controlar tenga acceso a un avión y/o que no puedan encontrarse pasajeros controlados y no controlados.** Otro aspecto importante es la separación de pasajeros de vuelos nacionales e internacionales (regidos o no por el tratado de Schengen). Los distintos niveles de seguridad según los distintos países de origen o de llegada, así como de pasajeros con vuelos en tránsito dentro del aeropuerto, forman una gran cantidad de recorridos paralelos y de controles de seguridad con sus respectivas esclusas (y tiempos de espera). Para que un aeropuerto pueda competir en el ámbito internacional, la velocidad de facturación y de transbordo son unos criterios importantes, por lo que se deben efectuarse rápida y directamente.

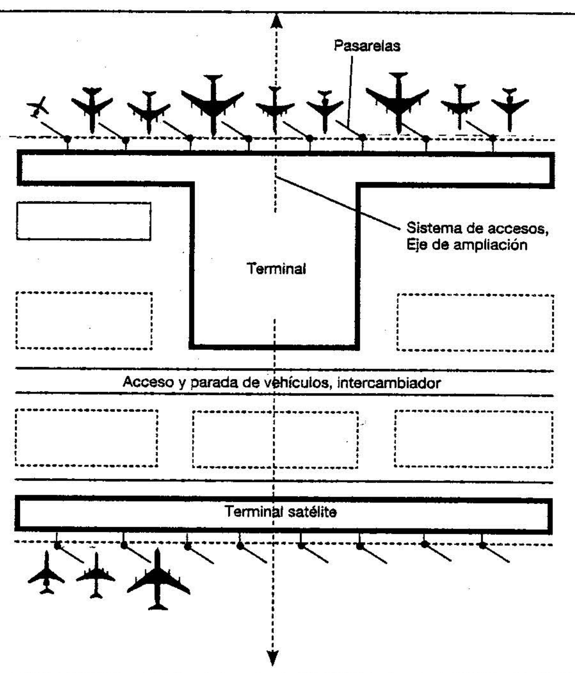
Non aviation

Non aviation abarca todos los aspectos comerciales de un aeropuerto que no están directamente vinculados con la aviación (hotel, centro de congresos, tiendas, restaurantes, etc.).
En los grandes aeropuertos, las ganancias del *non aviation* sobrepasan a las de las tasas de aterrizaje y despegue. Por ello, la organización de la terminal se mueve en un campo conflictivo entre los procesos funcionales (tramos y tiempos de transbordo cortos) y las superficies de servicios y comercio estratégicamente ubicadas, así como, en medida creciente, los hoteles, los centros de congresos y otras instalaciones secundarias.

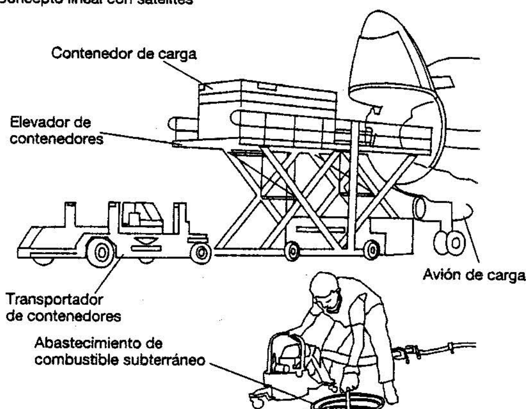




❶ Escaleras para pasajeros (*gangways*) y pasarelas



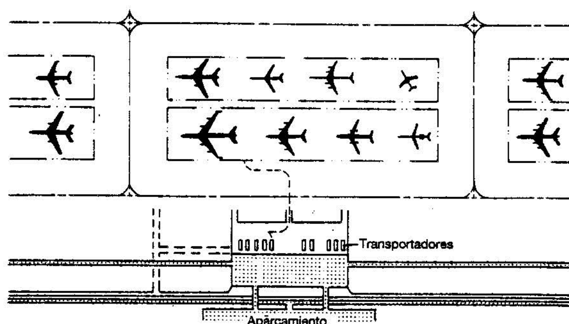
❷ Concepto lineal con satélites



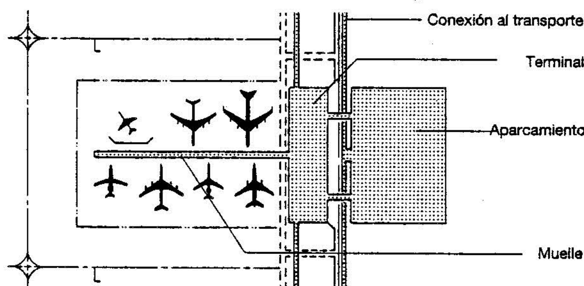
❺ Vehículos y equipos de servicio en la plataforma

Terminales: conceptos

Las terminales de pasajeros se diferencian según la organización de las posiciones de estacionamiento de los aviones y la comunicación entre ellas y con el edificio. Aparte del rendimiento y la superficie necesaria, un criterio importante para el diseño de la terminal es la posibilidad de ampliación. Se han impuesto conceptos modulares para los nuevos proyectos de aeropuerto: son frecuentes los llamados conceptos lineales con satélites; es decir, una terminal (principal) lineal conectada a través de pasos subterráneos o puentes a otras unidades satélites también lineales → ❷. El embarque desde los edificios al avión se efectúa generalmente por pasarelas de acceso → ❶. Una variante más económica pero menos eficiente (superficie de estacionamiento) es la que facilita el acceso del edificio al avión mediante autobuses → ❸. Además existen muelles con un edificio de recepción central → ❹. Entre dos o más muelles debe haber suficiente espacio intermedio para la circulación simultánea de, como mínimo, dos aviones, lo que conlleva largos recorridos correspondientes.



❸ Sistema mediante transportadores

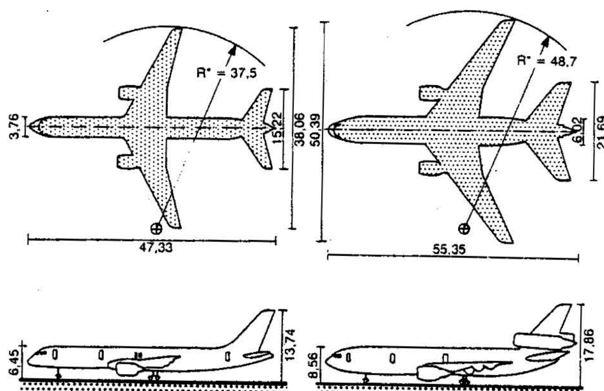


❹ Concepto de muelles

Plataforma

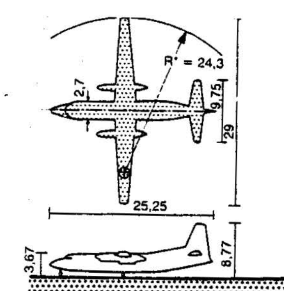
La plataforma incluye superficies para el estacionamiento de aviones, las de circulación correspondientes (calles de circulación en plataforma), vías para el tránsito con vehículos de asistencia en tierra, así como aparcamiento para equipos de apoyo a la aeronave. La señalización y el dimensionado de las vías de servicio son de gran importancia para un funcionamiento del aeropuerto eficiente y seguro. Las vías de servicio posibilitan una conexión directa y segura entre la plataforma y otras zonas operativas del aeropuerto, con un mínimo de cruces con aeronaves en movimiento u otras funciones. Las vías de servicio pueden ser trazadas delante o detrás de las posiciones de las aeronaves, así como al lado de los extremos de las alas. Si su recorrido pasa por debajo de pasarelas, es necesario un gálibo correspondiente para todos los vehículos de servicio. Debido al gran alcance de la mecanización y el uso de contenedores para la facturación en aviones, se debe disponer una superficie suficiente para el estacionamiento de vehículos y equipos de facturación.

❶ B 747-400

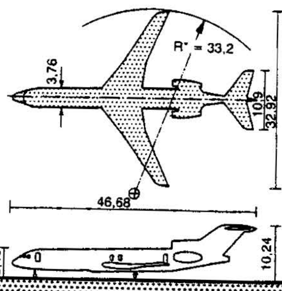


❷ B 757-200

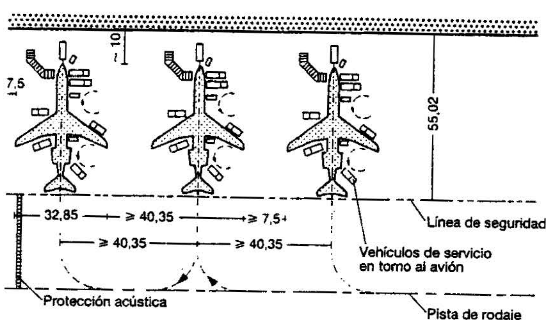
❸ DC 10-30



❹ F 50



❺ B 727-200

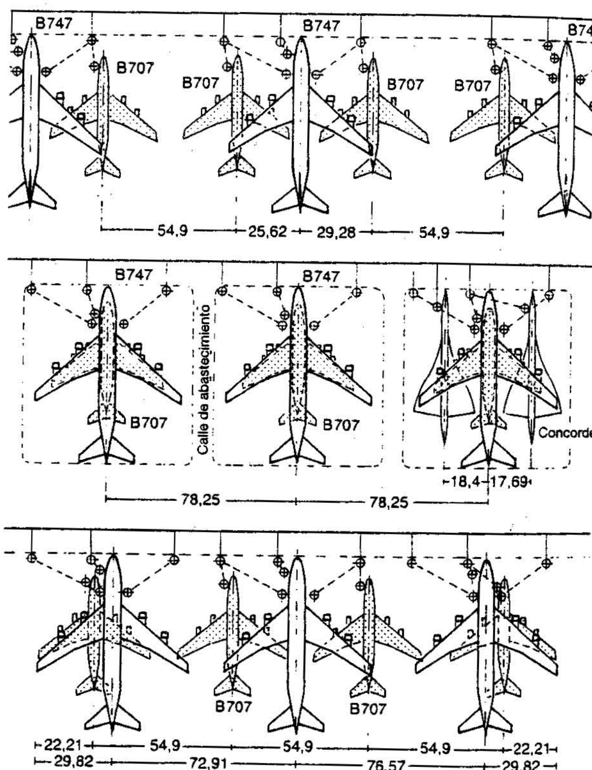


❻ Estacionamiento *nose-in*

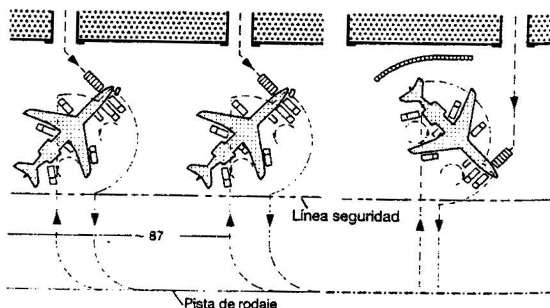
Con el acuerdo de la International Civil Aviation Organisation (ICAO), anexo 14, se clasifican los aviones en categorías de aeronaves, que son denominadas con las letras A-F.

Categoría A	Aviones pequeños y deportivos (Piper, Cessna, etc.)
Categoría B	RJ 100 Canadair RJ ATR 72 F 50/ F 100
Categoría C	Airbus A 319/ A 320/ A 321 Boeing B 737 MD 80
Categoría D	Airbus A 300/ A 310 Boeing B 767 MD 11
Categoría E	Airbus A 330/ A 340 Boeing B 747/ B 777
Categoría F	Airbus A 380

❼ Ejemplos de aviones de las categorías de aeronaves A-F



❽ Estacionamiento típico de aviones



❾ Estacionamiento *nose-in* en ángulo

❿ Estacionamiento en ángulo *nose-out*

TANATORIOS Y CREMATORIOS

Las dimensiones de las **urnas cinerarias** están determinadas por el reglamento de cementerios → ❶. Las casillas murales en las salas de urnas suelen medir entre 38-40 cm de anchura y profundidad, y entre 50-60 cm de altura.

Los **féretros** se ajustan a las medidas del difunto. Los cadáveres se suelen amortajar en unas celdas del depósito de cadáveres, separadas entre sí por mamparas ligeras de media altura (chapa o setos) → ❺. En las grandes instalaciones el **pasillo para el transporte de cadáveres** es independiente del **pasillo para los familiares** → ❻, que pueden contemplar al difunto a través de una vidriera estanca al aire, hasta el momento del sepelio. Mediante pilastras o elementos salientes se evitan molestias entre los diferentes grupos de familiares → ❻. Sin embargo, en las nuevas construcciones no suele construirse un pasillo especial para los familiares, o sea que responden a la tipología → ❺.

Dimensiones usuales de las celdas: 2,2 × 3,5; 2,5 × 3,75; 3 × 3,5 m.

La **temperatura** en el depósito de cadáveres debe estar comprendida entre 2 °C y 12 °C, nunca debe ser inferior, porque la congelación provocaría dilatación de los cadáveres y podrían llegar a reventar. Estos márgenes de temperatura se deben mantener mediante un sistema de calefacción y refrigeración adecuado, con una ventilación permanente, sobre todo en verano. El pavimento del depósito de cadáveres debe ser impermeable, liso y fácil de limpiar; lo mejor es pintar las paredes con cal para poder blanquearlas con frecuencia. Los grandes depósitos necesitan además: 1 sala para el conserje y empleados de 15 a 20 m², con un aseo incorporado; un almacén para los carritos de transporte de ataúdes (2,2 × 1,08 a 3 × 1,1 m).

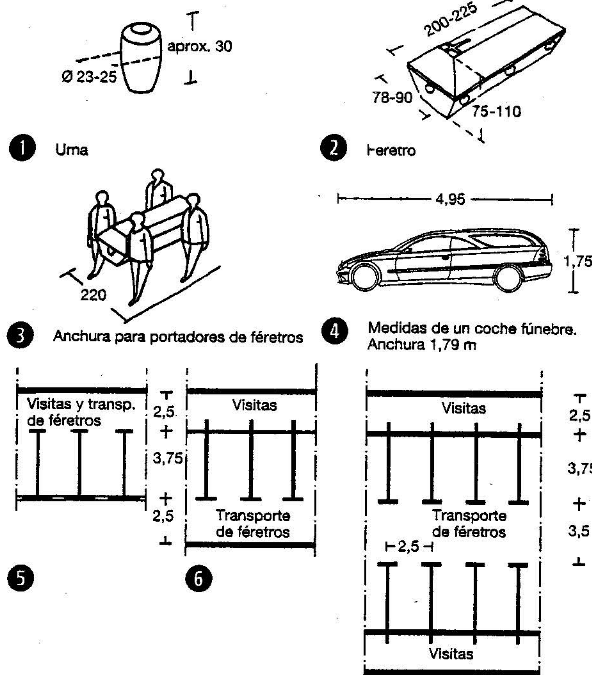
El **crematorio** puede situarse en la planta sótano, con una plataforma para bajar y subir los féretros, pág. 435 → ❷.

En la **cámara del crematorio** se traslada el féretro del carrito de transporte a la vagoneta que deposita el ataúd en el horno sobre una rejilla refractaria → ❽ o detrás de la sala de acompañamiento, separado por una esclusa → ❽ - ❿ y pág. 435 → ❶.

La manera más sencilla de transporte horizontal se efectúa mediante cabestrantes manuales, mientras que los ascensores hidráulicos son el sistema más sencillo para el transporte en vertical. La puerta a la esclusa o el registro en el suelo deben cerrar lentamente a medida que el féretro desaparece.

La **incineración** se realiza en hornos especiales calentados con coque, electricidad (se necesitan unos 45 kW por incineración) o gas. Deben ser completamente estancos al polvo y al olor, y funcionan con aire seco a una temperatura entre 900 y 1.000 °C, de manera que la llama no toque el cadáver (los hornos de dos pisos miden 4,3 m). El horno se calienta previamente durante 2-3 horas; la incineración dura entre una hora y cuarto y una hora y media. Las cenizas se recogen en una caja de acero y luego se colocan en la urna de conservación. El horno lleva unas mirillas para observar la marcha de la incineración. Las instalaciones de incineración se sitúan, a ser posible, detrás de la **capilla del cementerio** que sirve para los oficios (por ello se necesitan varias salas para los sacerdotes). El tamaño de las salas para los familiares y acompañamiento es variable, por lo general, ≤ 100 plazas sentadas y 100 plazas de pie, además de 1 o 2 salas para familiares que, en su caso, pueden separarse de la sala de reunión y otras salas auxiliares necesarias → ❿.

Es conveniente una comunicación con las **salas de mantenimiento**, que comprenden: despacho de dirección; 2-3 oficinas, 1 almacén de féretros, viviendas para un empleado administrativo y el guardián del cementerio, calefacción, una sala para el jardinero, y a veces otra para el arquitecto paisajista, una sala de descanso para los trabajadores, aseos, almacén de herramientas y semillas, etc.



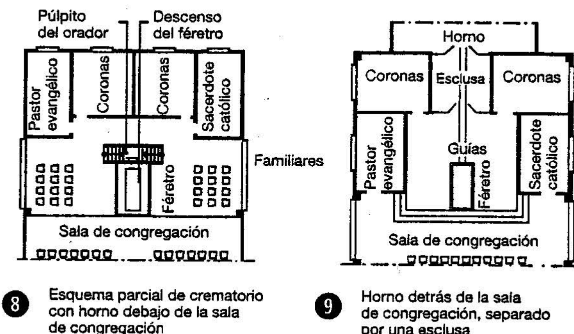
❶ Urna

❷ Féretro

❸ Anchura para portadores de féretros

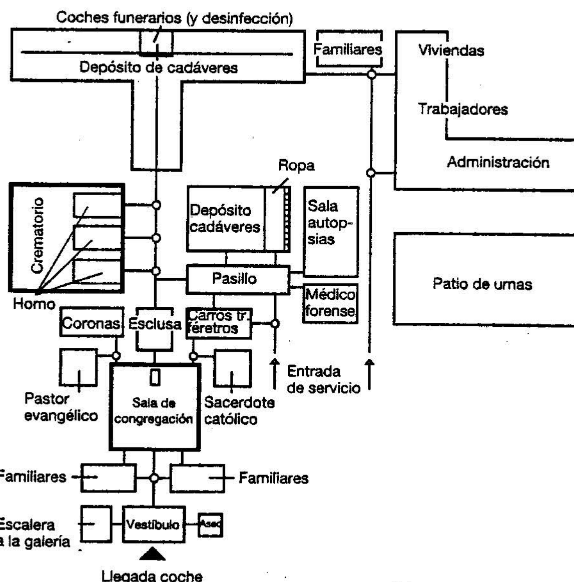
❹ Medidas de un coche fúnebre. Anchura 1,79 m

❺ - ❼ Diferentes tipologías de un depósito de cadáveres E 1:400

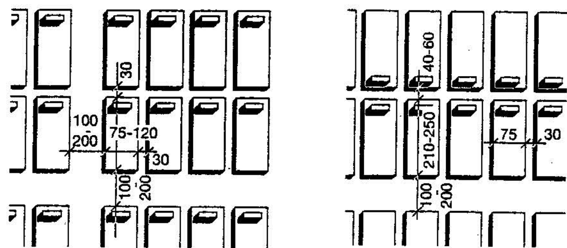


❽ Esquema parcial de crematorio con horno debajo de la sala de congregación

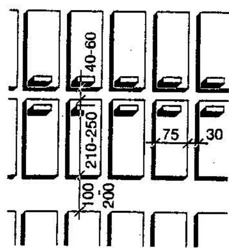
❾ Horno detrás de la sala de congregación, separado por una esclusa



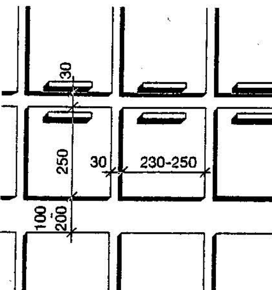
❿ Esquema de las relaciones funcionales en un depósito de cadáveres con crematorio y salas auxiliares para una gran cementerio



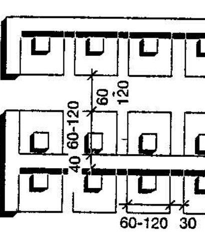
❶ Sepulturas alineadas, posición de cabeza a pies



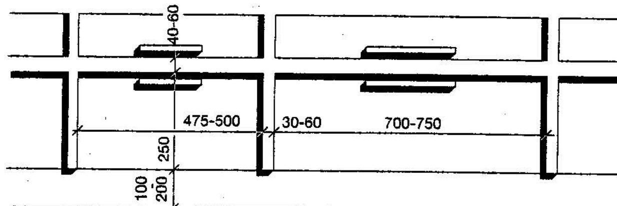
❷ Sepulturas alineadas, posición de cabeza a cabeza, si se diera el caso, separados por setos



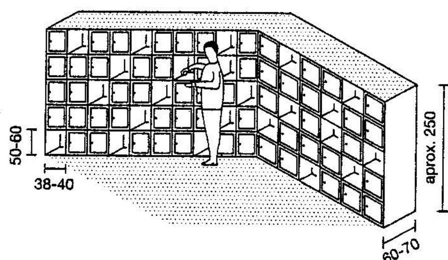
❸ Sepulturas de libre elección



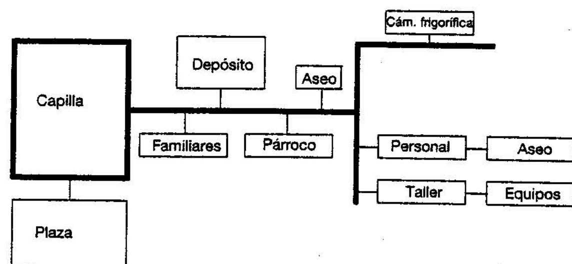
❹ Urnas delimitadas por setos



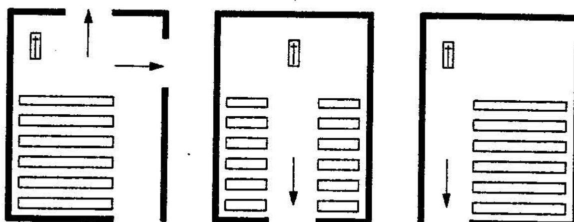
❺ Sepulturas familiares de gran tamaño, tumba familiar de cuatro o seis plazas



❻ Perspectiva de un columbario



❼ Esquema de funciones de una capilla de cementerio



❽ Plantas típicas de velatorios

Equipamiento general

Plaza de reunión para las personas en luto. Punto de venta de coronas y flores, aseos. Nivel freático ≥ 2,5-3 m, según sea el caso, con drenaje. Son necesarias tuberías de agua para regado frecuente. El mejor aprovechamiento de las superficies se consigue con caminos rectilíneos y una compartimentación en grupos que comprenden sepulturas de tamaño homogéneo, como, p. ej., zona de urnas, de niños y de adultos → tabla ❾.

Dimensiones de los sectores de grupos: 30 × 30/40 × 40 m.

Las plantaciones de árboles y arbustos son generalmente elementos importantes de diseño: franjas de bosque dentro de los confines del terreno, grandes árboles como remate o en entorno del terreno, grandes setos o grupos de arbustos ayudan a orientarse.

Sepulturas y lápidas

En un sector de sepulturas sin setos, solo lápidas sobre el suelo o en vertical, de tamaño y color generalmente homogéneos.

Tipo de sepultura	Altura	Anchura	Grosor
Sepultura sencilla	100-105	40-45	9-10
Sepulturas dobles con plantación	120-125	50-55	10-12
Sepulturas de 3 plazas en sitios adecuados	120	150	13-15

Las sepulturas en tierra están situadas en los caminos principales, muros del cerramiento o remates de caminos.

La zona de urnas se sitúa en franjas de plantas, en arboledas con urnas o setos.

Profundidad de excavación

Para tumbas en hilera de adultos: 2-2,4 m
Niños hasta 10 años: 1,5 m
Niños hasta 3 años: 1 m

El túmulo, antiguamente de entre 25 y 30 cm de altura con cerco de piedra, actualmente de 15-20 cm de altura con bordes en pendiente o completamente a ras.

El tamaño y la ocupación de las sepulturas en los cementerios es muy variable. Como orientación sirven los siguientes valores:

Tipos de sepultura	Tamaño cm	Espacio intermedio cm	Duración de utilización (años)
1) Sepulturas en hilera para adultos	210 × 75-250 × 120	30	20-25
2) Sepulturas en hilera para niños de hasta 10 años	150 × 60-150 × 75	30	20
3) Sepulturas en hilera para niños menores de 3 años	100 × 60	30	15
Sepulturas de propiedad con setos	300 × 150-350 × 150		40-100
Panteones	300 × 120-350 × 150		50-100
Campos de urnas	100 × 100-150 × 100	60	10-100
Plazas principales	150 × 150	100	30-100

* depende del tipo de suelo

❾ Tamaño y duración de uso de sepulturas

Columbario

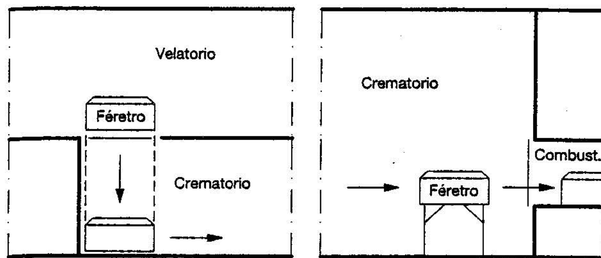
Es posible conservar las urnas (cuando no se entierran) en un columbario después de la cremación. Este puede ser un local (sala) o un muro con nichos para depositar las urnas → ❻.

Capilla del cementerio

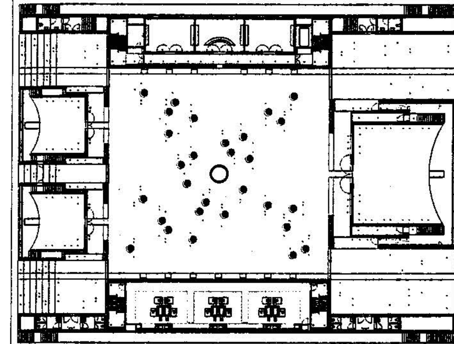
Sirve para todas las confesiones (por ello, hay dos cuartos para párrocos) y es un elemento arquitectónico de gran importancia dentro del cementerio. La situación central normalmente solo se produce en grandes cementerios; en cementerios pequeños o medianos la capilla está ubicada en el acceso o al final o lado de un camino principal.

Velatorio

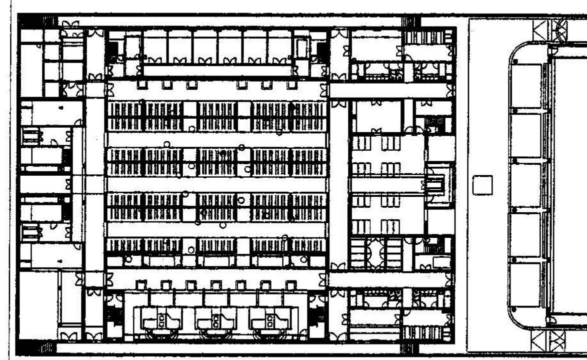
Es el punto central de la capilla del cementerio. En el desarrollo de las celebraciones fúnebres, la tipología en planta → ❼ respecto a las salas restantes tiene una notable importancia.



❶ Recorrido vertical y horizontal del féretro al horno crematorio

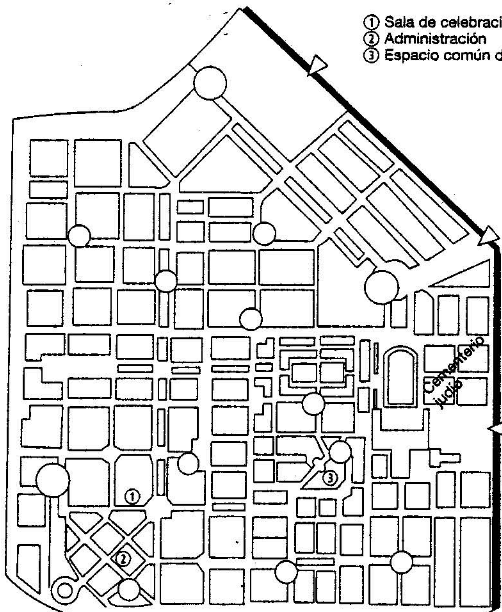


Planta baja con velatorio en un bosque de pilares

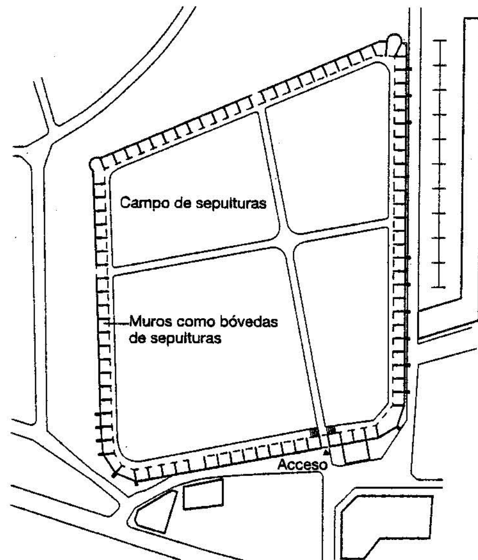


Sótano con crematorio

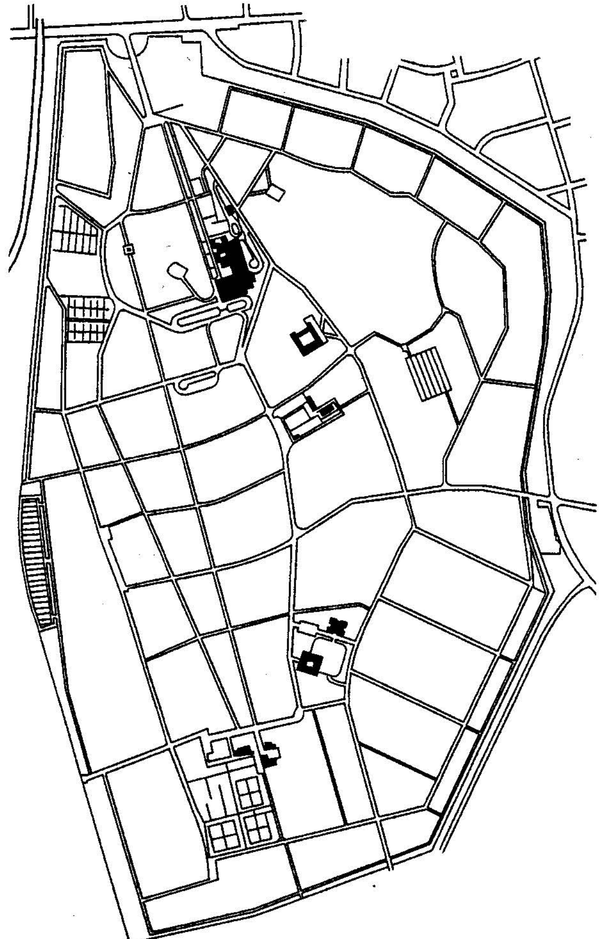
❷ Crematorio Baumschulenweg, Berlín Arqs.: Schultes Frank Architekten



❸ Cementerio como parque geométrico. Gertraudenfriedhof en Halle (Saalle)

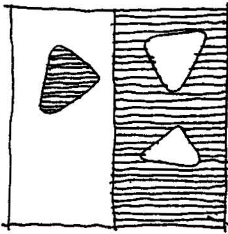


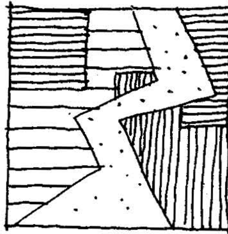
❹ Camposanto amurallado. Stadtgottesacker en Halle (Saalle)

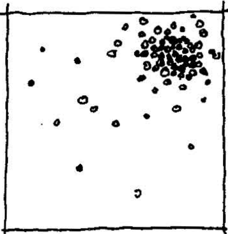


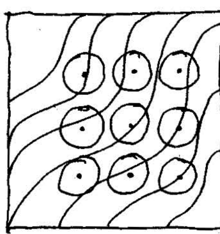
❺ Cementerio como unificación de arquitectura y paisaje cultural. Cementerio del bosque, Estocolmo Arqs.: Erik Gunnar Asplund, Sigurd Lewerentz

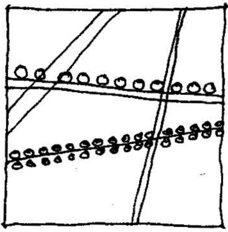
Aspectos horizontales

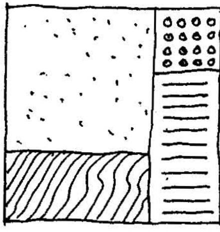

1 Relación y enfrentamiento


2 Superposición

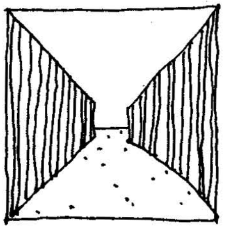

3 Dispersión y agrupación

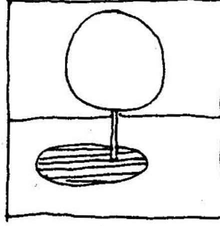

4 Estructuras

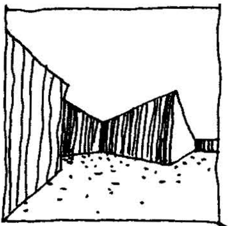

5 Líneas y puntos de intersección

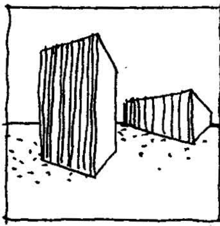

6 Superficies de materiales

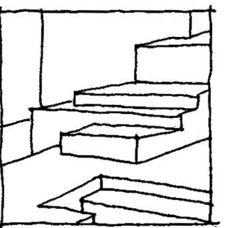
Aspectos verticales

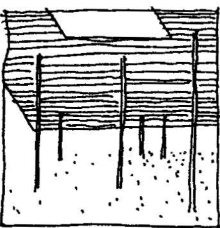

7 Muros


8 Elementos exentos


9 Bordes


10 Volúmenes


11 Topografía


12 Cubiertas

PROYECTO, CONSIDERACIONES Y CONCEPTOS

El concepto **paisajismo** contiene dos elementos aparentemente contrarios. Tradicionalmente, el paisaje se asocia a la naturaleza intacta, mientras que la planificación es aparentemente un proceso alejado de lo natural.

Debemos constatar que lo inalterado apenas aparece en el planeta, o solo como algo temporal; es decir, un terreno abandonado, que solo se labra mediante esporádicas intervenciones.

Las tierras labradas y las urbanizadas no se encuentran hoy en día en una relación dialéctica intensamente interrelacionadas, sino que hablamos de paisajes urbanos.

Esto también ha generado en el paisajismo un modo de pensar en el espacio comparable con el proceso de creación arquitectónica y urbanística.

Las **composiciones estéticas del paisaje** ya no se orientan hacia soluciones clásicas de jardines ni rodean los edificios con la vegetación como un complemento decorativo, sino que ahora se trata de soluciones espaciales que configuran una unidad inseparable con el edificio o la planificación urbana.

Esto significa que, desde el primer momento, al igual que el ingeniero de estructuras o el especialista en construcción, los paisajistas están integrados en el equipo del proyecto.

Son fundamentales:

Aspectos horizontales

Como aspectos horizontales se contemplan la distribución general de superficies exteriores en concordancia con su entorno. Esta configuración básica según los criterios como idea, función, diseño y forma pueden abarcar resultados horizontales (pavimentos, prados, etc.) al igual que verticales (edificios, árboles, pérgolas, etc.). Según los casos, las ideas pueden interrelacionarse, repetirse, contraponerse o proyectar superposiciones de varios contenidos. Los exteriores pueden servir de continuación o contraste de ideas o materiales de un edificio. Lo ideal es desarrollar una idea principal sin limitaciones funcionales y con un diseño legible.

Aspectos verticales

Los aspectos verticales de la concepción de exteriores se deducen de los aspectos básicos horizontales. Además de la elección de los materiales, deben considerarse también las relaciones espaciales en el entorno inmediato. Las relaciones espaciales serán diferentes si el terreno se encuentra en un valle o sobre una loma.

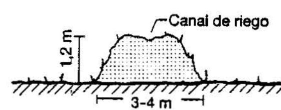
Desde la cima de un alto o sobre una superficie amplia, una cubierta, un objeto, un refugio o algo similar transmiten una sensación de definición del espacio. Los árboles de las calles reducen la altura de los edificios a una escala más humana y crean pequeños ámbitos dentro de los espacios más amplios. Los aspectos verticales deben tener una relación coherente tanto desde el punto de vista de lo constructivo como de la vegetación, de modo que se integren sin problemas en la idea de paisajismo.

Formas de representación

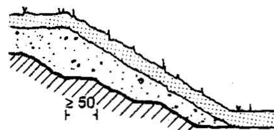
Para la elección de la representación gráfica en planos o dibujos, las fases del proyecto juegan un papel fundamental. En el anteproyecto y en el proyecto básico aún puede rematarse la presentación del proyecto con croquis a mano alzada y con dibujos. En esta etapa tienen la mayor importancia las formas de representación gráfica. Un croquis a mano alzada (sea en dos o tres dimensiones) hecho rápidamente en una reunión con el cliente puede aclarar convincentemente algunos temas abiertos.

En el desarrollo de detalles y en los planos de construcción prima una representación funcional de las estructuras y elementos constructivos.

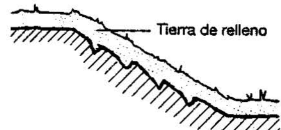
El tipo de representación tiene también que ver con el concepto de diseño. Por ejemplo, si se trata de un diseño minimalista, no se optará por una representación detallada de árboles u otras especies vegetales. Como complemento a la idea propuesta, pueden presentarse imágenes escogidas estratégicamente con asociaciones de los contenidos del proyecto.



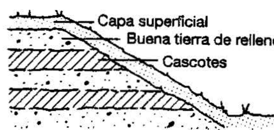
❶ Vertido de tierras encima del nivel del suelo



❷ Escalonamiento de la tierra cohesiva del núcleo



❸ Vertido de tierras encima de superficies de poca pendiente



❹ Vertido por capas

	Tipo de suelo	Grupo de suelo (DIN 18296) Ejemplos	Descripción
1	Capa superior	OU; OH	Capa superior de suelo aparecido naturalmente o mezcla tratada artificialmente; contiene además de materias inorgánicas, humus y seres vivos.
2	Tipos de suelo fluidos	HN; HZ; F; OU; OT; OH; SU...GT con Ic < 0,5	Suelos con consistencia pastosa hasta líquida que difícilmente liberan su alto contenido de agua.
3	Suelos fácilmente solubles	GW; GE; GI; SW; SE; SI; SU; ST; GU; GT; HN (bajo contenido de agua)	Suelos no cohesivos, suelos con d < 0,06 mm < 15 % y d = 63 mm < 30 %; suelos orgánicos firmes.
4	Suelos medianamente solubles	UL; UM; TL; SU; ST; GU; GT	Suelos mixtos con d < 0,06 mm ≥ 15 % y d = 63-300 mm < 30 %; suelos cohesivos con plasticidad ligera a mediana.
5	Suelos difícilmente solubles	SU; ST; GU; GT; TA	Suelos clase 3 y 4 con d = 63-300 mm ≥ 30 % o d = 300-600 mm < 30 %; arcillas de plasticidad pronunciada con Ic ≥ 0,5.
6	Rocas fácilmente solubles, tipos de suelo comparables	SU, ST; GU, GT; Z	Suelos clase 3 hasta 5 con d = 300-600 mm ≥ 30 %; quebradizos, desechos, lajables, blandos o tipos de roca o suelos sueltos solidificados.
7	Rocas difícilmente solubles	Z	Tipos de roca solo ligeramente desechos, unidas mineralmente; escoriales, etc. Piedras (bloques) ≥ 600 mm.

❺ Clasificación de suelos según DIN 18300

Tipo		Peso kg/m³	Talud natural en grados
Terraplén	esponjoso y seco	14	35-40
	esponjoso, con humedad natural	16	45
	esponjoso y saturado de agua	18	27-30
	apisonado y seco	17	42
	apisonado y con humedad natural	19	37
Tierra arcillosa	esponjoso y seco (valor medio para suelos ligeros)	15	40-45
	esponjoso, con humedad natural	15,5	45
	esponjoso y saturado de agua (valor medio para suelos medios)	20	20-25
	apisonado y seco	18	40
	apisonado y con humedad natural	18	70
Grava	(cantos rodados), de grano medio y seca.	18	30-45
	de grano medio y húmeda	20	25-30
	seca	18	35-40
Arena	fina y seca	16	30-35
	fina y con humedad natural	18	40
	fina y saturada de agua	22	25
	gruesa y seca	19-20	35
Cascotes, húmedos		20 -22	30-40
Arcilla	esponjosa y seca	16	40-50
	esponjosa y saturada de agua	20	20-25
	compacta y con humedad natural (suelo pesado)	25	70
Arena y cascotes secos		14	35

❻ Peso y talud natural de diferentes tipos de suelo DIN 1055-2

Por lo general, las superficies de suelo modeladas se perciben como agradables e interesantes y pueden influir intensamente en la sensación del espacio. El ojo humano busca vistas y puntos de detención en el exterior. Como ejemplo pueden servir los amplios paisajes de colinas con praderas, campos y árboles aislados. Todo ello puede conseguirse con construcciones verticales o plantas, así como también con movimientos de tierras expresamente planificados.

Las superficies cubiertas homogéneamente (prados, plantas rastreras de la misma altura, pavimentos) con puntos de atención más profundos hacen que los espacios parezcan más grandes, así como también el modelado del suelo en ondas o colinas amplía el espacio. Según sea su situación, también se logran sinergias económicas en la gestión del movimiento de tierras.

Definición de suelos

El suelo es la capa exterior de la corteza terrestre cubierta por organismos. El suelo puede dividirse generalmente en **capa superficial** y en **subsuelo**. Mientras que la capa superficial casi siempre es de color oscuro, intensamente viva y atravesada por raíces, el subsuelo es frecuentemente claro, menos vivo, con menos raíces.

El **subsuelo** llega a la profundidad en la que aun es posible reconocer seres vivos y/o muestras de corrosión o crecimiento de raíces, hasta el afloramiento de roca.

Una clasificación del suelo puede encontrarse en la tabla según DIN 18300 → ❺. Una simple determinación de suelos se representa en las normas DIN 18196 y DIN 4022, con las que puede efectuarse una rápida clasificación de los suelos recurriendo a aspectos visuales, pruebas de olor y de maleabilidad.

Consolidación de la capa superficial del suelo

En construcciones, mediante el vertido de tierras en acopios → ❶. Cuando estos no están a la sombra, deben recubrirse (con mantas de hierba, paja, etc.) para evitar que se desequen. Si el almacenaje será largo, puede plantarse y abonar para consolidar el suelo. Los vertidos de capa superficial deben cambiarse de lugar como mínimo una vez al año agregando 0,5 kg de cal viva en cada m³.

En contenciones de tierra son necesarias **medidas de compactación** si inmediatamente después de finalizar trabajos de movimiento de tierras se ejecutan las obras de paisajismo, sembrado de césped u otras plantaciones (de especial importancia en el trazado de caminos y plazas).

1. Apisonar la tierra con máquinas (aplanadoras) compacta suficientemente los terraplenes vertidos por capas.
2. Regar con agua y barro solo en caso de tener un buen material de vertido (arena, gravilla).
3. Compactar capa a capa con rodillo en suelos cohesivos (altura de vertido por capa 30-40 cm). Apisonar siempre de afuera a dentro; es decir, del talud al centro de la superficie.
4. Siempre es posible apisonar o percutir en los suelos firmes.
5. Puede vibrarse el material del terraplén suelto, no cohesivo.

Para todos los trabajos de compactación también debe tenerse en cuenta el uso posterior. Para caminos y plazas es necesaria una compactación hasta la última capa superior, mientras que en los prados se necesitan 10 cm, para superficies ajardinadas 40 cm de suelo suelto en la superficie.

Taludes y su consolidación

Para evitar una erosión excesiva, deslizamientos y corrimientos de tierras, se afianzan los taludes de cualquier material de vertido mediante un terraplenado por capas. Dando un perfil dentado al suelo consolidado → ❷ se evita la formación de superficies de deslizamiento para las tierras más sueltas del relleno. El ligero escalonamiento del subsuelo → ❸ cuando debe verterse una gran cantidad de tierras proporciona una seguridad adicional frente a los corrimientos de tierras (anchura de los escalones ≥ 50 cm). Si la pendiente de estos escalones está orientada hacia la ladera, debe preverse una pendiente longitudinal para que pueda desaguar el terreno en caso de lluvia.

Característica	Directriz de relación ZTVE-StB	ZTV-LW	RLW
Desviación de la altura ideal (nivel acorde al estrato)		sin requisitos	sin requisitos
– Bajo firmes sin cohesionar	+ 3 cm		
– Bajo firmes cohesionados	+ 2 cm		
– Explanada de la solidificación del suelo	+ 2 cm		
– Altura de la corona de los taludes para protección acústica	debe cumplirse teniendo en cuenta asentamientos posteriores		
Llanura de la explanada (desviaciones bajo las reglas de 4 m)			
– En recubrimientos de capas cohesionadas	sin requisitos	< 2 cm	sin requisitos
– En recubrimientos de capas no cohesionadas	sin requisitos	sin requisitos	sin requisitos
– Explanada de solidificación suelo	< 2 cm	sin requisitos	sin requisitos
Pendiente transversal de explanada:			
– Sin solidificar, suelo insensible al agua	> 2,5 %	Mínimo igual que la del firme	igual que el firme
– Suelo sensible al agua	> 2,5 %		

❶ Exigencias de precisión para las alturas de zonas niveladas en movimientos de tierra, según las directrices alemanas de construcción de carreteras ZTVE-StB, ZTV-LW y RLW [01]

Campo de aplicación	Tipo de suelo	Directriz aplicable		
		ZTVE-StB		RLW
		Módulo de deformación E		
Clase de construcción SV, I hasta IV según la RStO	Zona nivelada resistente a heladas	120 MN/m²	100 MN/m²	
Clase de construcción V hasta VI según la RStO		100 MN/m²	80 MN/m²	
Clase de construcción SV hasta VI según la RStO	Zona nivelada sensible a heladas	45 MN/m²		
Caminos rurales:	Sin indicaciones para el tipo de suelo			
– Muy poca carga de tráfico o vial secundario o refuerzo de la capa portante				30 MN/m²
– Carga de tráfico promedio (corresponde a clase VI según la RstO)				45 MN/m²
– Alta carga y vial principal (corresponde a clase VI según la RStO)				80 MN/m²

❷ Exigencias mínimas para la resistencia de suelo de las zonas niveladas según directrices alemanas [01]

Efecto		Proceso	Campo de aplicación: Movimiento de tierras	Construcción de paisajes	Obras de nivelación	Material de contención	Suelos nivelados	Terrenos de construcción	Influenciable: Trabajabilidad, proceso instalación	Capacidad portante	Estabilidad, pendiente	Erosión superficial	Suffosión	Erosión de contacto	Permeabilidad	Capilaridad	Sensibilidad a heladas
Físico	Constructivo	Sustitución de suelos	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		Geotextiles	+	+	0	0	+	-	-	+	0	-	-	+	+	+	-
		Tierra armada	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
		Desagüe	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	-	-	+
		Rebaje del nivel freático	+	0	+	-	0	+	-	+	+	-	-	-	-	-	0
	Mecánico	Solidificar, soltar	+	+	0	+	+	0	-	+	+	+	-	-	+	+	+
		Cambio distrib. áridos	+	+	-	+	0	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Térmico eléctrico	Calentamiento	-	-	+	-	-	+	-	+	0	-	-	-	-	-	-
		Congelación	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	+	+	+
		Ósmosis eléctrica	0	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+
Químico		Inyección: líquidos	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	0	0	0
		gases	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	0	0	0
		Mezclas: químicos	+	+	-	+	+	-	0	+	+	+	+	0	0	0	0
		adh. hidráulicos	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		adh. bitumin.	+	+	-	+	+	-	0	+	+	+	0	+	0	0	0
Biológico	Mét. const. de tapado	Siembra	-	+	-	+	-	-	-	-	0	+	0	-	-	-	-
		Métodos constructivos prefabricados (prados)	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-
	Mét. const. estable	Plantación de bosques	-	+	-	+	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-
		Porcentaje de plantas susceptibles de brotar	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
		Mater. construct. inertes	+	-	-	+	-	-	-	0	+	0	0	-	-	-	-
	Estab. suelos vegetación	Siembra	0	+	-	+			0	-	+	+	+	-	-	-	-

Leyenda:
\+ método común/buen efecto
0 método utilizado ocasionalmente/efectivo bajo circunstancias
\- método no utilizado/sin efecto

❸ Métodos para el mejora o solidificación de suelos, campos de aplicación y cualidades del suelo influenciables [01]

Suelo nivelado

Se realiza normalmente después de retirar la capa superficial y los obstáculos. Debe cumplir las siguientes exigencias:

1. Consolidación de la situación acorde a la estratificación del suelo (a corto y a largo plazo).
2. Consolidación de la evacuación de aguas.
3. Consolidación del grado de compactación.
4. Consolidación de la capacidad portante y resistencia a las cargas del tráfico.

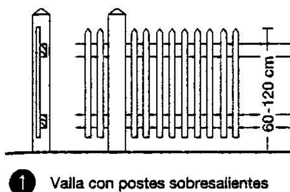
Los suelos nivelados en obras de explanación deben cumplir ciertas exigencias respecto a los grosores → ❶, que deben comprobarse en cada caso. Además, las superficies de soleras y explanadas deben cumplir distintos grados de compactación según el tipo de uso. Cada grado de compactación será calificado, por ejemplo, con el modulo de deformación EV2 → ❷ y se diferencian según la situación del terreno existente y las cargas del revestimiento planificadas. Mientras que en los movimientos de tierras y obras en viales para tráfico rodado el suelo nivelados debe describirse, en superficies para vegetación se distinguen generalmente suelos nivelados en bruto y soleras. Para superficies de césped deportivas puede incluso exigirse una tolerancia dimensional máx. de 30 mm sobre 4 m para la solera.

Esponjamiento del suelo

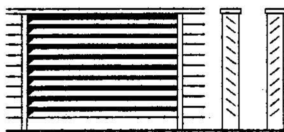
Dependiendo del subsuelo, y normalmente después y durante distintas acciones de la construcción sobre el terreno, se produce una compactación adicional no deseada. Circular sobre un terreno húmedo tiene una influencia negativa en la estructura del suelo. En suelos demasiado compactados permanecen las raíces pequeñas y planas. Además, los suelos muy compactos son especialmente propensos a daños tanto por sequía como por humidificación excesiva.
En obras de paisajismo, el esponjamiento del suelo se realiza mediante cavaduras de 30-40 cm, con el uso de un azadón o mediante aparatos de esponjamiento. Debe tenerse en cuenta que pueden producirse compactaciones adicionales por el uso de maquinaria.

Mejora del terreno

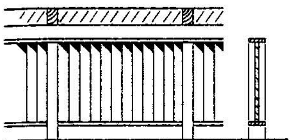
Se denominan así los métodos que mejoran lo más rápidamente posible la trabajabilidad de suelos como base para el crecimiento vegetal. Los suelos arenosos o arcillosos pueden mejorarse con medidas especiales. Los riesgos de daños por sequía (suelos arenosos) o por humidificación excesiva (suelos arcillosos) se reducen cuando el suelo arenoso se mezcla con tierra fangosa o arcillosa y cuando el suelo arcilloso se mezcla con arena. También es posible añadir turba o estiércol, en algunos casos poco disponibles o, en otros, caros.
Para la mejora de todos los suelos vegetales se recomienda actualmente añadir un buen compost proveniente de desechos orgánicos. Es habitual aprox. 10 l/m² de biocompost con marca de calidad RAL, lo que implica una capa de grosor de 1-2 cm.
El compost se trabaja en el suelo superficialmente (profundidad ≤ 20 cm) de modo que se mejora notablemente la estructura del suelo y se aplican suficientes nutrientes para que las plantas puedan brotar; de este modo no es necesario un abono mineral tras la siembra.
Las mejoras o las compactaciones del terreno se realizan también para optimizar subsuelos portantes, a menudo añadiendo ligantes. Debe determinarse de antemano el déficit de capacidades del suelo con relación a la mejora deseada (resistencia a la acción del tráfico rodado, etc.). Métodos sueltos, véase → ❶.



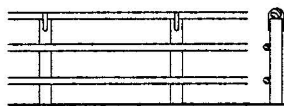
1 Valla con postes sobresalientes



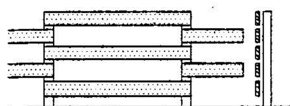
2 Lamas de madera horizontales



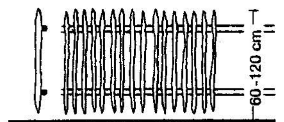
3 Lamas de madera verticales



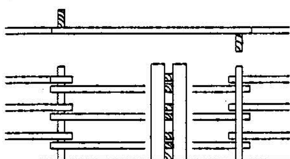
4 Valla para prados con travesaños redondos



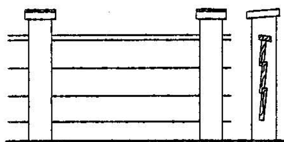
5 Valla de tablones encolados



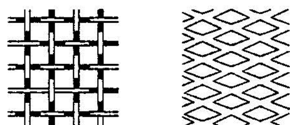
6 Valla sencilla de madera

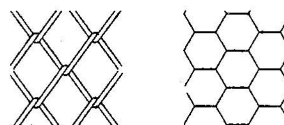


7 Valla para prado con travesaños y postes alternados



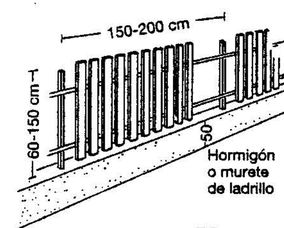
8 Valla de tablones aserrados, claveteados a los postes





9 Malla metálica, espacio intersticial más frecuente: 4-5,5 cm

10 Seto con una valla de tela metálica en su interior



11 Valla de perfiles de acero galvanizado y lamas verticales de material sintético

Aspectos de diseño de muros y vallas

Los muros y las vallas deben generar barreras visuales verticales con el fin de crear espacios cerrados y contemplativos (patio de vistas). En grandes superficies pueden incluso conseguirse ámbitos individuales, tanto geométricos como orgánicos. En cada caso, en la elección de los materiales debe considerarse todos los aspectos del proyecto. Por ejemplo, los materiales (piedra, ladrillos, etc.) que "parten" del pavimento se integran de un modo tranquilo y homogéneo. Los muros y las vallas posibilitan una infinidad de formas y diseños.

Las **vallas** son comúnmente de madera o metálicas; por lo general las primeras son más económicas, pero no tan duraderas como las segundas.

Las **vallas de madera** suelen emplearse en zonas rurales o con exigencias especiales (cerco para animales, etc.). Las vallas protectoras contra los animales salvajes también pueden integrarse en los setos → 10.

Siempre deben colocarse los postes de madera bien protegidos contra la humedad del suelo → 15.

Las **vallas de metal** pueden ofrecer una imagen de mejor calidad y más duradera. Se fabrican industrialmente con malla de alambre o enrejados de acero → 14 y pueden adquirirse en almacenes de materiales de construcción.

Los **enrejados de acero** son más resistentes y más seguros que los de malla metálica. La mayor parte de las veces las alturas del espacio intersticial varían en los diferentes enrejados → 14.

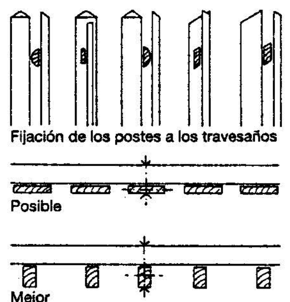
Las **vallas metálicas** de mejor calidad necesitan un diseño previo, y su construcción debe llevarse a cabo por un cerrajero. En la resolución de detalles deben tenerse en cuenta criterios como la impresión visual del conjunto, la trabajabilidad de elementos aislados (galvanizado, recubrimiento) y la función. Las vallas metálicas protegidas contra la corrosión pueden cimentarse en el suelo con hormigón sin medidas adicionales.

Derecho vecinal/obligación de cerramiento

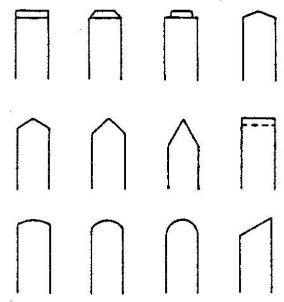
Las reglamentaciones de muros y vallas de separación están prescritos en las leyes vecinales y en las ordenanzas locales. La regla común en Alemania es que cada propietario cierre su lateral derecho visto desde la calle. El lateral trasero común debe cerrarse entre todos los propietarios y sus gastos deben ser compartidos (valla de h = 1,25 m).

Quien esté obligado a cerrar su parcela debe cubrir los costes de cerramiento de su terreno. Para cerramientos compartidos obligatorios, el cerramiento debe situarse sobre el linde.

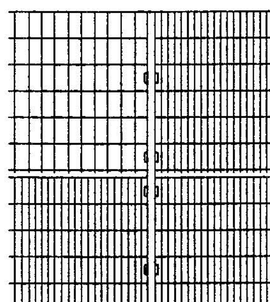
La obligación de cerramiento existe principalmente cuando hay costumbre local de hacerlo y las excepciones se regulan en las normas vecinales. En algunos casos, los muros y los muros de contención no siempre requieren licencia, p. ej., cuando no sobrepasen los 2 m de altura (como es el caso de Berlín).



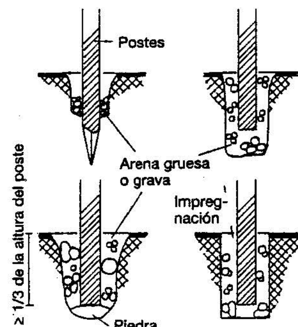
12 Ripias verticales fijadas a los travesaños



13 Remate de las ripias verticales



14 Enrejados con montantes



15 Soterramiento de postes

Los **muros** pueden diferenciarse principalmente entre muros de contención y exentos. Los de contención tienen la particularidad de contener la tierra → ❾ y debe tenerse en cuenta la humedad y la resistencia del material.

Los **muros de contención** pueden utilizarse como muro de revestimiento delante de un muro de hormigón → ❿, o como muro seco → ❾.

La forma más simple de un muro de contención es el de hormigón prefabricado en L → ⓫ + ⓬. Estos muros están armados y disponibles en el mercado a partir de 55 cm de altura; tienen la ventaja de estar estructuralmente definidos según la distribución de cargas.

Los **muros exentos** solo reciben humedad del terreno desde su cimentación y, por tanto, presentan menores problemas en lo que concierne a la elección del material. Es fundamental la elección del material con las dimensiones de las piezas, ya que ambos paramentos quedan a la vista.

El alzado del muro varía mucho dependiendo del material → ❶ + ❷ y de las posibilidades que ofrece la pieza de obra de fábrica (ladrillos, sillares, mampostería, etc.).

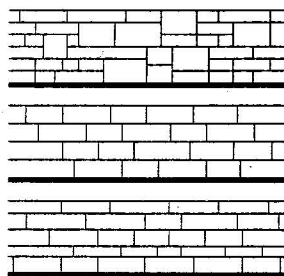
Para proteger la obra de fábrica de la humedad, en su parte superior debe colocarse un caballete o albardilla → ❺ + ❻.

Por lo general, los muros de más de 1 m de altura requieren un cálculo estructural. La construcción del muro se rige por normativas y principios según el tipo de material (ladrillo, piedra natural, etc.). El rejuntado debe considerar la compatibilidad del material, pues de otro modo pueden aparecer eflorescencias.

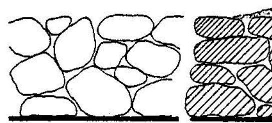
Albardillas

Las coronaciones de muros protegen contra la humedad por precipitaciones con grandes losas o piedras; el elemento de remate debe tener como mínimo una pendiente de 5 %. No están permitidas en el recubrimiento las juntas longitudinales, las llagas deben disponerse en perpendicular al eje del muro. La albardilla debe tener un goterón a 3 cm del borde → ❺ para mantener el agua alejada del muro.

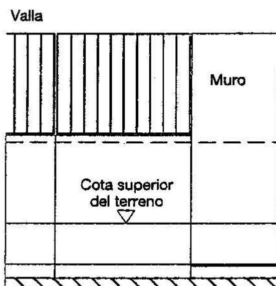
En el caso de muros de mampostería, pueden utilizarse albardillas del mismo material. También son aptas las chapas clavadas (o atornilladas) de cinc o de aluminio → ❻.



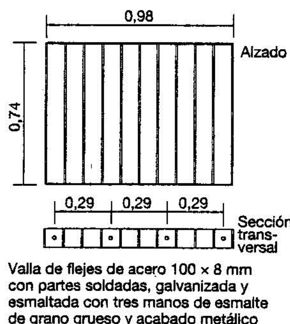
❶ Obra de fábrica vista con ladrillos de diferente medida



❷ Obra de mampostería

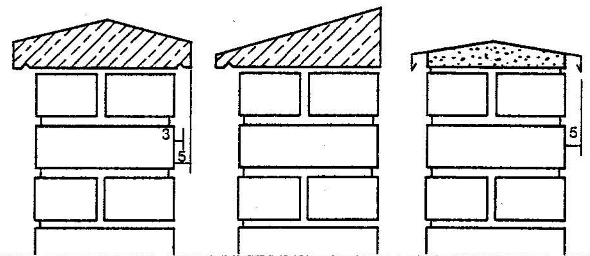


❸ Fragmento de alzado de un muro con valla



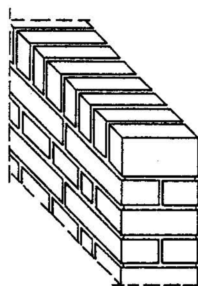
Valla de flejes de acero 100 × 8 mm con partes soldadas, galvanizada y esmaltada con tres manos de esmalte de grano grueso y acabado metálico

❹ Detalle de valla → ❸

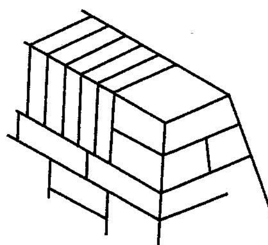


❺ Albardilla de hormigón [01]

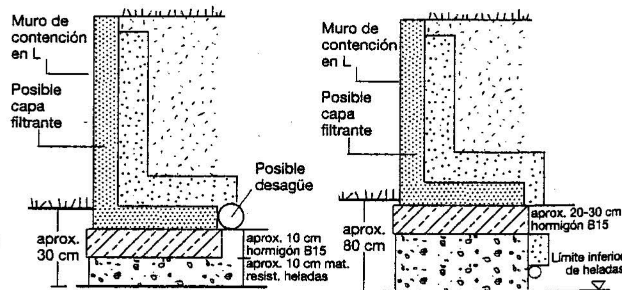
❻ Caballete de chapa de cinc [01]



❼ Ejecución de hiladas a sardinel en obra de fábrica [01]

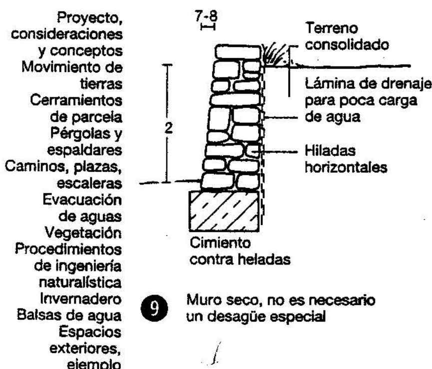


❽ Aparición de hiladas a sardinel en mampostería de piedra [01]

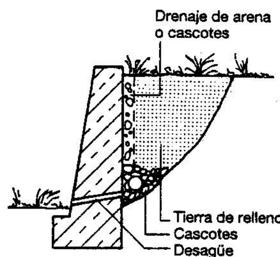


⓫ Cimentación sencilla

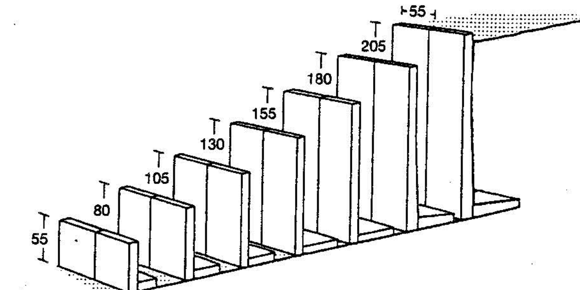
⓬ Cimentación contra heladas



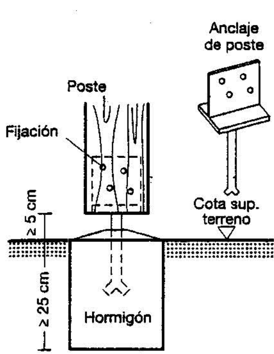
❾ Muro seco, no es necesario un desagüe especial



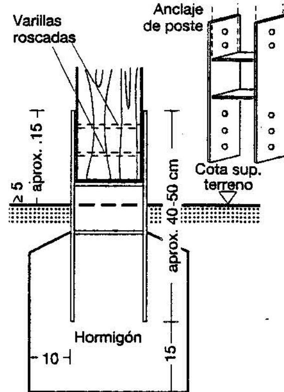
❿ Muro de contención de hormigón (también puede ser de piezas prefabricadas) → ⓭



⓭ Muro de contención de piezas prefabricadas; elementos prefabricados, estándares, disponibles hasta aprox. 4,55 m



❶ Fijación de postes para vallas y pérgolas



❷ Fijación de postes para vallas y pérgolas

Diseño de pérgolas y espaldares

Además de la elección de materiales de la pérgola, debe ponderarse bien su ubicación en el terreno. Las pérgolas de gran tamaño tienen unas estructuras similares a las de un edificio, y debe justificarse su función o alguna cualidad estética especial.

Las pérgolas pueden conducir a puntos importantes o a miradores (composición lineal), dividir espacios y/o utilizarse como estancias (configuración puntual).

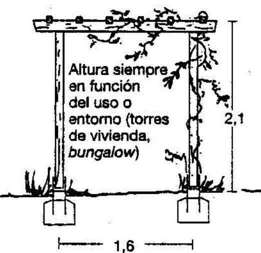
En el caso de pérgolas ajardinadas se adecuarán a la planta trepadora elegida (distancia de los cables para trepadoras, enredaderas, etc.).

Como **pérgola** se denomina un espacio corredor compuesto por columnas o pilares. Si se utilizan postes de madera deben tomarse medidas de protección contra la humedad del terreno → ❶ + ❷. Los pilares pueden ser de albañilería → ❹ o simplemente de madera→ ❷. En general, la construcción aparenta levedad cuando la estructura de cubierta está compuesta por elementos de dimensiones más pequeñas que la construcción de los pilares. Debe especificarse de antemano si las plantas trepadoras de los espaldares deben estar integradas o no.

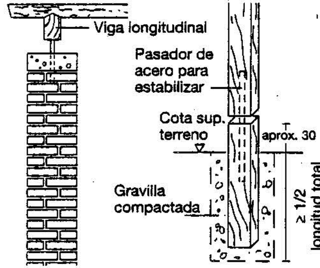
Los **espaldares** son estructuras que ayudas a las plantas trepadoras a crecer y que también se utilizan como protección visual.

Los espaldares para frutales en fachadas son muy frecuentes y normalmente de madera → ❻ + ❼, ❿ - ⓮.

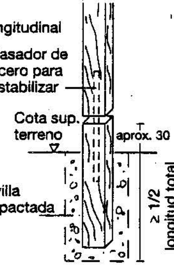
Para sistemas de espaldares debe contemplarse la altura que alcanza la planta trepadora y, a veces, no llegan a alcanzar los tensores superiores. Es aconsejable pensar en el efecto arquitectónico que produce en la fachada cuando no hay plantas. En principio debe sopesarse entre espaldares lineales y superficiales, según los casos.



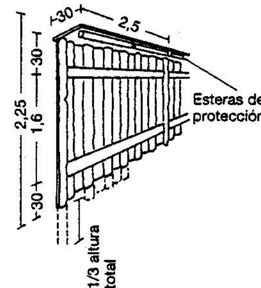
❸ Pérgola de madera, fijación, como ❷



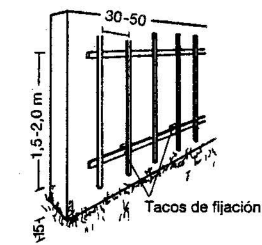
❹ Pérgola sobre pilares de ladrillo



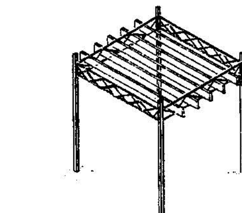
❺ Separar piezas de madera del suelo para evitar pudrición



❻ Espaldar de madera anclado al terreno como ❷



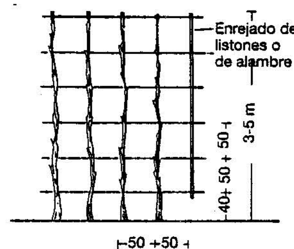
❼ Espaldar adosado a un muro, según los espacios



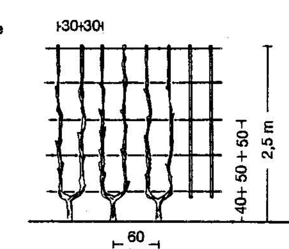
❽ Pérgola de elementos de acero

	Altura
Ampelídea	4-6 m
Calabaza	2-5 m
Lúpulo japonés	3-4 m
Campanilla común	3-4 m
Arveja	1-2 m
Ayocote	2-4 m
Capuchina	2-3 m

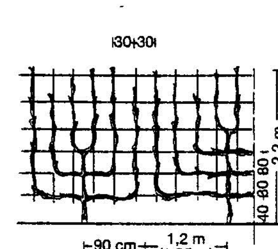
❾ Plantas anuales



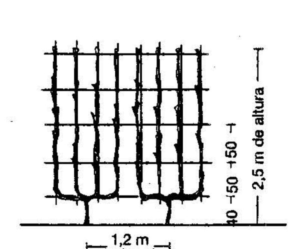
❿ Cordones verticales



⓫ Cordón en U



⓬ Palmeta de Verrier (6 y 8 ramas)



⓭ Palmeta de candelabros 2,5 m de altura

Clases multianuales	Altura	Crecimiento	Ayuda para trepar	Hojas	Conducción riego	Floración/mes	Posición
Hedera helix	hasta 25 m	lento		invierno	-	9-10 verdoso	○–●
Polygonum aubertii	hasta 15 m	rápido	(x) necesaria	verano	+	7- 9 blanco	○–●
P. tricuspidata "Veitchii"	hasta 15 m	rápido		verano	(+)	5- 6 verdoso	○◑
Clematis montana	hasta 8 m	rápido	x	verano	+	5- 6 blanco	○◑
Wisteria sinenis	hasta 10 m	medio	x	verano	(+)	5- 6 azul	○◑
Clematis vitalba	hasta 10 m	rápido	x	verano	+	7- 9 blanco	○◑
Hydrangea petiolaris	de 5 a 8 m	medio	(x) preferible	verano	–	6- 7 blanco	◑
Aristolocchia macrophylla	hasta 10 m	medio	x	verano	(+)	5- 6 marrón	◑●
Campsis radicans	hasta 8 m	lento	(x) preferible	verano	+	7- 8 naranja	○
Vitis coignetiae	hasta 10 m	medio	x	verano	(+)	5- 6 verdoso	○◑
Vitis vinifera	hasta 10 m	medio	x	verano	+	5- 6 verdoso	○◑
Lonicera heckrottii	de 3 a 4 m	medio	x	verano	(+)	6- 9 amarillo-rojizo	◑
Humulus lupulus	de 4 a 6 m	rápido	x	verano	–	5- 6 verdoso	◑
Lonicera caprifolium	hasta 5 m	medio	x	verano	+	5- 6 amarillo-rojizo	◑
Rosas trepadoras	hasta 5 m	medio	x	verano	–	6- 8 varios	○◑
Euonymus fortunei	de 2 a 4 m	lento	(x) preferible	invierno	(+)	6- 8 verdoso	◑●
Clematis-Hybriden	de 2 a 4 m	medio	x	verano	+	6- 9 varios	○◑
Jasminum nudiflorum	hasta 3 m	lento	x	invierno	+	1- 4 amarillo	○◑

⓮ Algunas plantas trepadoras y enredaderas

○ = Soleada ◑ = Sol y sombra, p. ej., pared a norte ● = Sombra

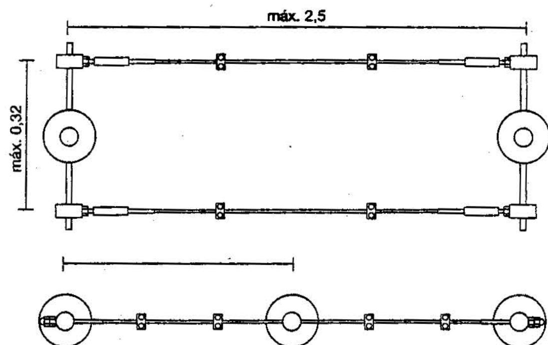
Construir en el exterior

PAISAJISMO

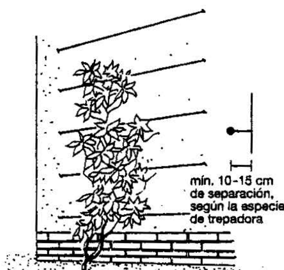
Proyecto, consideraciones y conceptos
Movimiento de tierras
Cerramientos de parcela
Pérgolas y espaldares
Caminos, plazas, escaleras
Evacuación de aguas
Vegetación
Procedimientos de ingeniería naturalística
Invernadero
Balsas de agua
Espacios exteriores, ejemplo

ESPALDARES

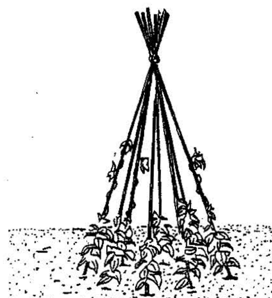
Los **sistemas de espaldares** pueden utilizarse para adornar fachadas y para plantas de cultivo. En este último caso, el cultivo va encaminado a la cosecha, y pueden utilizarse diferentes sistemas probados → ❸ – ❼.
Los cajones y espaldares para frutales → ❽ + ❾ se encuentran más bien en huertos privados.
En los cultivos frutales agroindustriales se realizan plantaciones de árboles en retícula → ❿ – ⓯ para optimizar la recogida de la fruta.
Un **ajardinamiento de fachada** con plantas que no pueden trepar por sí solas y que necesitan ayuda para hacerlo. Para ello se utilizan espaldares de madera de pequeño tamaño y tensores metálicos de mayor tamaño, sobre todo en altura → ❶.
La distancia entre los tensores viene determinada por los ramales de la planta. Para ello debe considerarse la altura de crecimiento y el tipo de trepadora (zarcillos, sarmentosas, etc.).
Las alturas de crecimiento pueden ir de los 2 a los 20 m. Algunas plantas, especialmente las sarmentosas, pueden estrangular y dañar árboles y bajantes.
La distancia de los elementos horizontales de los espaldares (p. ej., rejas) debe medir entre 20 y máx. 50 cm, según el tipo de planta.
Los tensores deben ser estar forrados de plástico para proteger a las plantas de las heladas.
Los muros cortafuegos no pueden ajardinarse, ya que las plantas facilitarían la propagación del fuego; por tanto, en ellos no se colocarán espaldares.
El ajardinamiento de las fachadas debe acordarse con el propietario. Si quiere ajardinar también los muros vecinos, es mejor acordarlo mediante contrato.



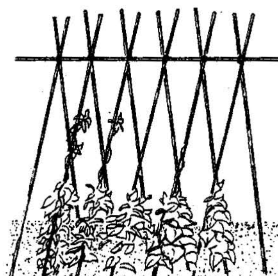
❶ Tensores metálicos que ayudan a las plantas a trepar por una fachada hecha [03]



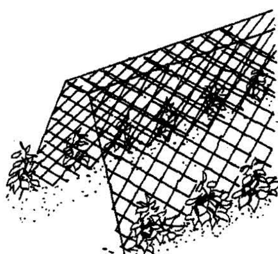
❷ Ayuda horizontal para trepar



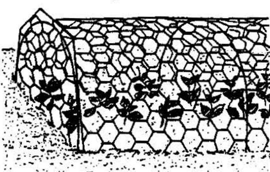
❸ Método Wigwam para 8 a 11 plantas



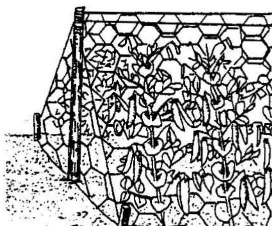
❹ Método de la tienda de campaña



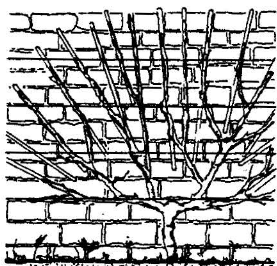
❺ Enrejado doble de alambre trenzado



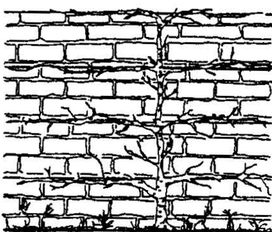
❻ Enrejado de protección contra los pájaros



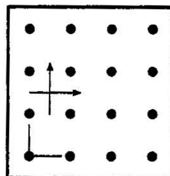
❼ Enrejado a base de tela metálica para planteles de guisantes



❽ Abanico: solo deja que crezcan dos ramas a 45°, de cuyos brotes se formará el abanico a principios de la primavera

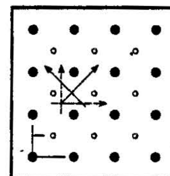


❾ Espaldar: la rama central de un espaldar se fija verticalmente y las ramas laterales se dirigen en ángulo recto a izquierda y derecha



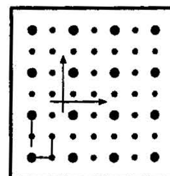
Separación m	Árboles por 1/4 ha
4 × 4	156 uds.
6 × 6	69 uds.
10 × 10	25 uds.

❿ Plantación en cuadros



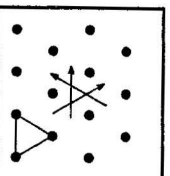
Separación m	Árboles por 1/4 ha	
	Uds.	1 relleno
4 × 4 × (2)	156	156
6 × 6 × (3)	69	69
10 × 10 × (5)	25	25

⓫ Plantación en cuadros, una unidad de relleno



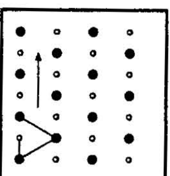
Separación m	Árboles por 1/4 ha		
	Uds.	1 relleno	2 relleno
6 × 3 × 3	69	69	103
8 × 4 × 4	39	39	58
10 × 5 × 5	25	25	37

⓬ Plantación en cuadros, dos unidades de relleno



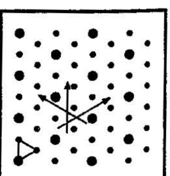
Separación m	Árboles por 1/4 ha
3 × 3 × 3	320 uds.
4 × 4 × 4	178 uds.
6 × 6 × 6	80 uds.

⓭ Plantación triangular (lados iguales)



Separación m	Árboles por 1/4 ha	
	Uds.	1 relleno
1,5 × 3 × 3	320	320
2 × 4 × 4	178	178
3 × 6 × 6	80	80

⓮ Plantación triangular, una unidad de relleno

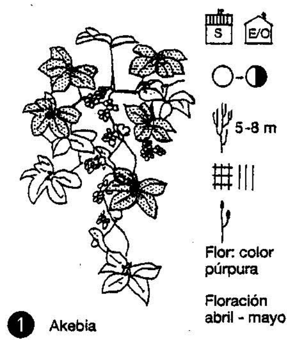


Separación m	Árboles por 1/4 ha		
	Uds.	1 relleno	2 relleno
3 × 3 × 3	80	80	160
4 × 4 × 4	44	44	88

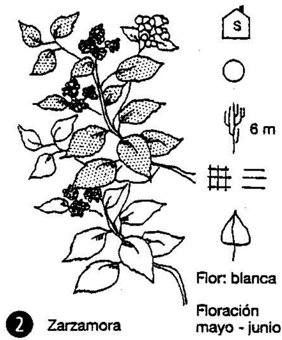
⓯ Plantación triangular, dos unidades de relleno

EJEMPLOS DE PLANTAS

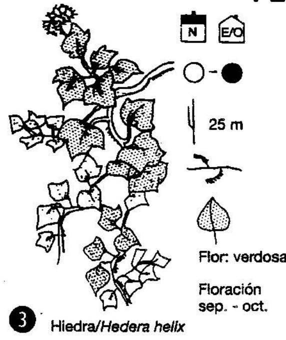




1 Akebia



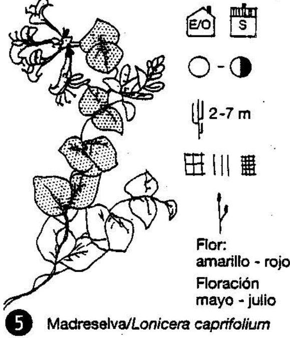
2 Zarzamora



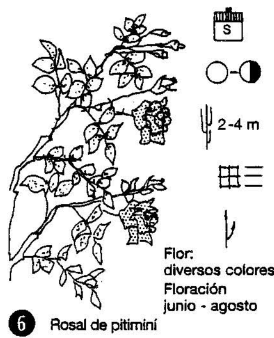
3 Hiedra/*Hedera helix*



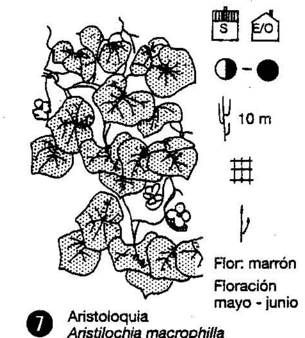
4 Glicina/*Wisteria sinensis*



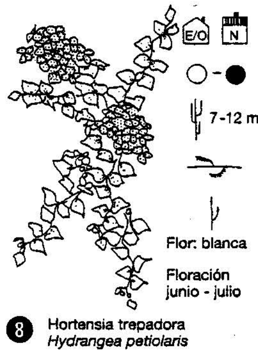
5 Madreselva/*Lonicera caprifolium*



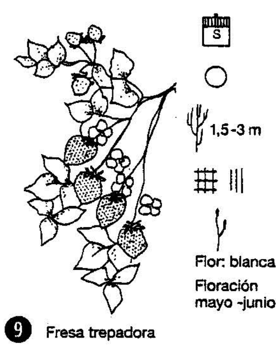
6 Rosal de pitiminí



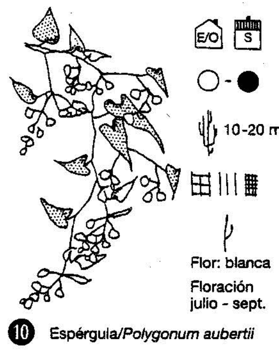
7 Aristoloquia
Aristilochia macrophilla



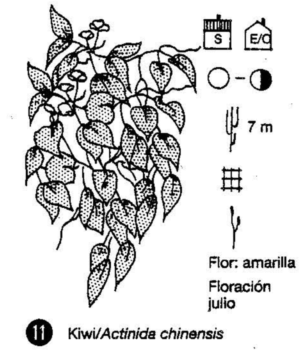
8 Hortensia trepadora
Hydrangea petiolaris



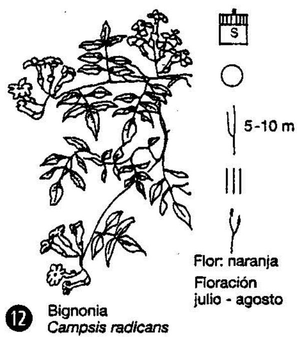
9 Fresa trepadora



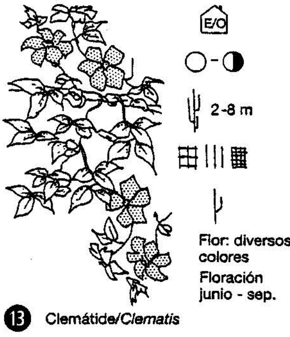
10 Espérgula/*Polygonum aubertii*



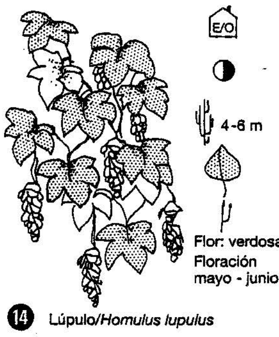
11 Kiwi/*Actinida chinensis*



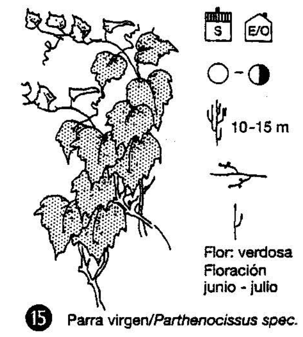
12 Bignonia
Campsis radicans



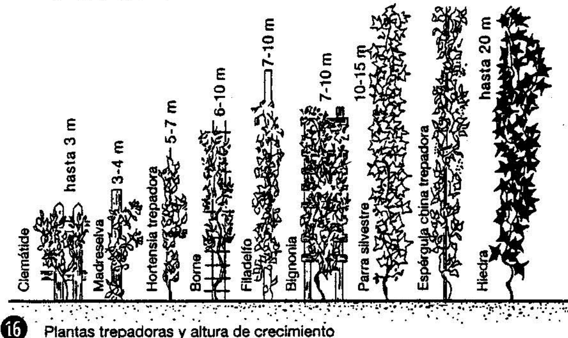
13 Clemátide/*Clematis*



14 Lúpulo/*Homulus lupulus*



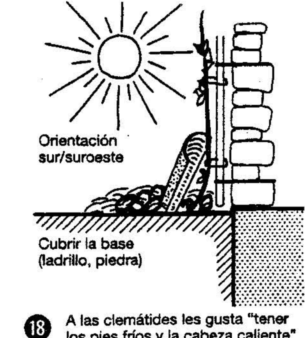
15 Parra virgen/*Parthenocissus spec.*



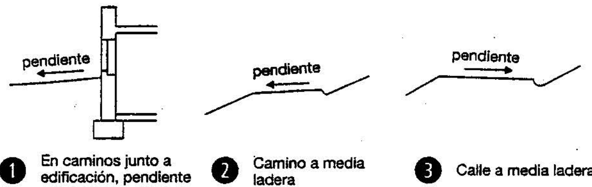
16 Plantas trepadoras y altura de crecimiento



17 Riego



18 A las clemátides les gusta "tener los pies fríos y la cabeza caliente"

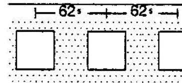


1 En caminos junto a edificación, pendiente transversal

2 Camino a media ladera

3 Calle a media ladera

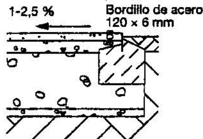


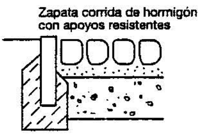


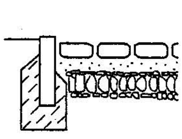
4 Caminos con losetas de piedra ligeramente elevadas (se ensucian menos)

5 Al mismo nivel que el césped (no obstaculiza paso del cortacésped)

6 Separación entre losetas = longitud de un paso; grosor ≥ 3 cm







5 cm capa de recubrimiento 0/5
8 cm capa dinámica 2/16
37 cm capa aglomerante de ripio
5 cm capa resistente a filtración de material resistente a las heladas
Subsuelo relleno, compactado

10 cm adoquines pequeños
3-5 cm lecho de arena para pavimentación
aprox. 15 cm capa aglomerante
Subsuelo libre de heladas

5 cm de ladrillos a panderete
5 cm de arena
10 cm de escoria o ripio

7 Recubrimiento de camino de grava

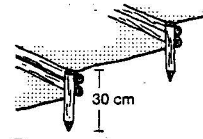
8 Adoquinado, sistema caro pero duradero

9 Pavimento de ladrillos a panderete

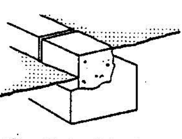


10 Para andar cómodamente, la pendiente debe ajustarse a una línea cóncava

11 Error: la pendiente se ajusta a una línea convexa



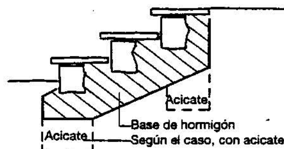


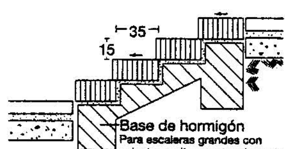


12 Estacas de madera

13 Losetas de piedra colocadas en vertical

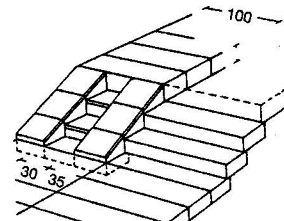
14 Piedras labradas por dos caras

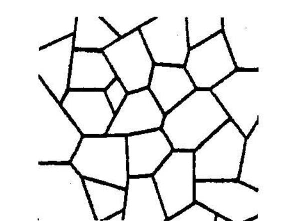




17 Escalera de losetas de piedra apoyadas sobre bloques

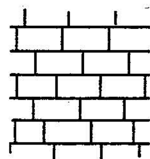
18 Escalera de losetas de piedra o de baldosa sobre cama de mortero



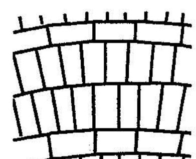


19 Rampa y escalera de piezas prefabricadas de hormigón

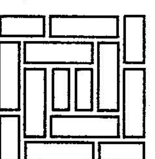
20 Aparejo de losetas poligonales de piedra [02]



Hileras con llagas dislocadas



Colocación para curvas



Cruce entre dos ladrillos

21 Diversos aparejos de ladrillos [02]

Diseño de caminos y plazas

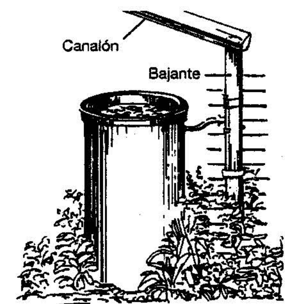
En el diseño de caminos y plazas son decisivas cuestiones de escala con relación al entorno y la elección de los materiales. Primero tienen que definirse las dimensiones correctas de la anchura de caminos, de superficies libres de plazas y espacios, según su uso y emplazamiento. La unidad de medida siempre debe ser el hombre. Después deben elegirse los materiales para el pavimento teniendo en cuenta el proyecto general y también los elementos adyacentes como edificios o calles, con sus colores y materiales propios. Los pavimentos claros dan la sensación de espacio amplio. Mediante marcos o divisiones especiales pueden definirse segmentos espaciales. En general, los ensanchamientos de caminos y las plazas deben diseñarse de modo que se reconozca una función o un uso. Los pavimentos para caminos y plazas pueden ser de distintos materiales. Para superficies de tráfico rodado normalmente se utilizan asfalto, hormigón, losas de hormigón o piedra natural. En las superficies de maniobra para los bomberos puede colocarse un pavimento de césped sobre grava. Para superficies con menor tráfico de vehículos pueden utilizarse revestimientos de losas, revestimientos de tierra morterenca o de madera. En principio, se diferencia entre construcciones cohesionadas (método especial) y el método constructivo no cohesionado (método convencional). El método de construcción no cohesionado → 7 – 9 se debe elaborar con una construcción permeable al agua con juntas abiertas. Los caminos muy transitados deben consolidarse con un bordillo perimetral que hace las veces de contrafuerte → 7 – 9. Los caminos exclusivamente peatonales pueden ser pavimentados sueltos → 4 + 5 o con una solera de hormigón. En general, deben cumplirse los parámetros técnicos de una pendiente superficial determinada → 1 – 3. La pendiente debe caer siempre partiendo del edificio. En superficies de uso público se exige una pendiente mínima del 2,5 %. Los diferentes tipos de aparejo de pavimentos → 20 + 21 deben ajustarse siempre al material utilizado.

En todos los pavimentos es importante el tratamiento de la superficie según la función y el diseño. En el caso de losas de piedra son comunes las superficies flameadas, abujardadas, aserradas o al chorro de arena. En los exteriores, deben tenerse en cuenta las propiedades antideslizantes de la superficie.

Diseño de escaleras

Las escaleras salvan alturas y, como elemento de diseño vertical, siempre necesitan una coordinación detallada con el concepto general. Las escaleras anchas, de poca pendiente y con peldaños bajos tienen un efecto de suavidad, de amplitud y determinan fuertemente el diseño. Cuanto más empinada y angosta sea, más transmitirá la imagen de una escalera funcional.

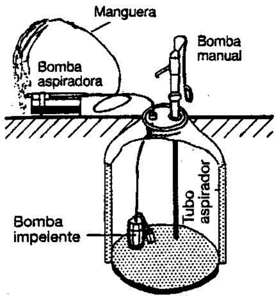
Además de sus dimensiones, la elección del material y del color de la escalera deben armonizar con el entorno. Pueden utilizarse desde materiales nobles, como piedras muy elaboradas, hasta peldaños de troncos de madera en zonas arboladas. Además hay que integrar en el diseño todos los elementos necesarios, como pasamanos, para crear un conjunto homogéneo. Cuando el revestimiento del suelo que se colocado antes y después de la escalera continúa en ella, actúa como si se tratara de una alfombra que la cubre homogéneamente. Para la ejecución de la zanca de la escalera debe observarse siempre la proporción con el conjunto y con el usuario. Las escaleras deben regirse siempre según la regla para peldaños: 2 × h + a ≤ 65. Los peldaños presentan una leve pendiente hacia el canto delantero → 18, para evitar la aparición de hielo. Según sea el tamaño de la escalera, deben preverse medidas adicionales para consolidar la cimentación → 17 + 18. La mayor parte de las veces, a partir de tres peldaños se coloca un pasamanos. Puede ser oportuno integrar una rampa en la escalera, especialmente en los accesos a viviendas o a cuartos de bicicletas → 19.



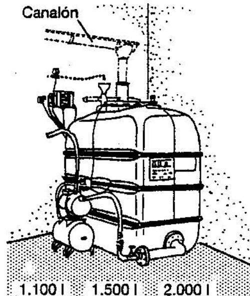
1 Reservas permanentes de agua para riego. Cuba para agua de lluvia



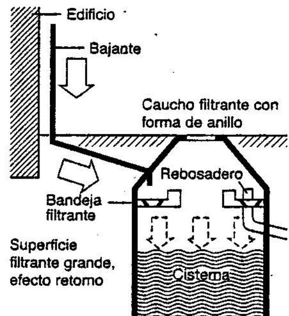
2 Filtro del depósito de aguas pluviales



3 Depósito de agua para riego



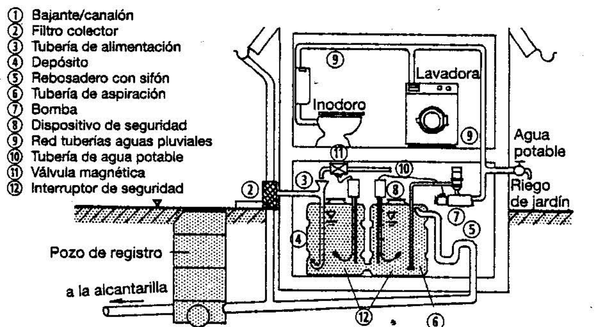
4 Instalación para aprovechamiento de las aguas pluviales



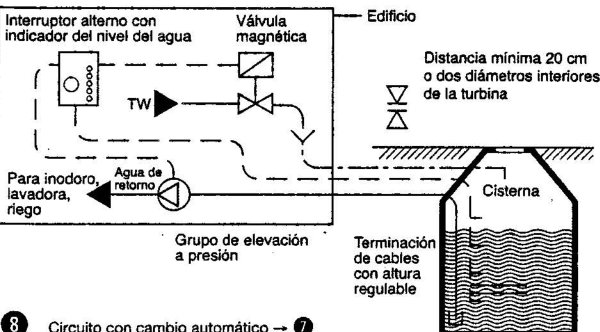
5 Funcionamiento de la cisterna



6 Depósito de agua de lluvia ecológico (hasta 12.500 l)



7 Instalación de aguas pluviales



8 Circuito con cambio automático → 7

Evacuación de aguas

Los elementos habituales de evacuación de aguas —como, p. ej., canalones o sumideros— ofrecen suficiente libertad para su diseño en lo que se refiere a la elección del material (metal, fundido) y de las formas (rejilla, canaleta de ranura, etc.). Debe planificarse meticulosamente la disposición espacial, p. ej., dentro de una retícula de losas. La idea de diseño puede adoptar sistemas de soluciones integrales (gestión de aguas pluviales). El modelado del paisaje con cuencas para la infiltración de las aguas pluviales en el subsuelo, láminas de agua como desagües al aire libre, zanjas y una plantación adecuada facilitan una planificación que emula a la naturaleza. Para ello deben idearse exactamente la topografía del terreno, de modo que pueden combinarse paisajes de láminas de agua llamativos con las funciones esenciales para la evacuación. Las instalaciones técnicas, como zanjas de infiltración, cisternas y similares no deberían estar a la vista en primer plano.

Por motivos ecológicos y económicos, y para mantener el ciclo natural del agua, es muy importante el aprovechamiento de las aguas pluviales.

Una **gestión de aguas pluviales** optimizada implica no evacuar ningún agua pluvial a la red de canalización.

El fundamento de la gestión de aguas pluviales consiste en evitar, reducir o aplazar la pérdida de las aguas de su lugar de origen o entornos cercanos.

Para esto pueden tomarse las siguientes medidas: **infiltración en el subsuelo, reconversión de superficies selladas, reutilización de aguas lluvia y ajardinamiento de cubiertas.**

En la evacuación de aguas se diferencia generalmente entre evacuación lineal o puntual. Según sea el recubrimiento de la superficie, deben preverse las pendientes suficientes como para poder evacuar apropiadamente las aguas de lluvia y nieve durante todo el año.

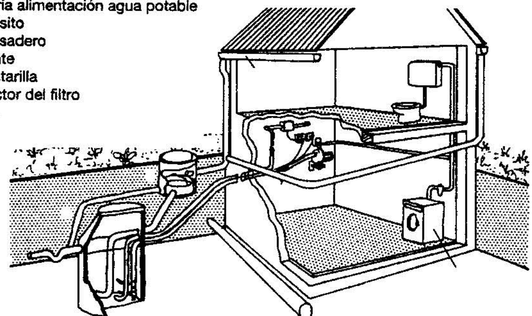
Se asegurará que el agua caída por precipitaciones no llegue a construcciones delicadas, edificios o superficies vecinas.

El agua de precipitaciones se recoge mediante canaletas o desagües y, por lo general, se conduce a través de arquetas a los colectores enterrados de la canalización o a las instalaciones de infiltración en el subsuelo. La capacidad de los desagües y, por tanto, el tamaño de las superficies conectadas, deben calcularse según esta fórmula aproximativa:

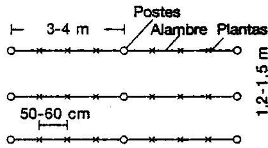
- Sumideros de patios: hasta unos 200 m² de superficie adyacente.
- Desagües de calles: hasta unos 400 m² de superficie adyacente.
- Distancia de desagües: no más de 40 m.

Infiltración controlada (superficial, en cuencas, por zanjas)

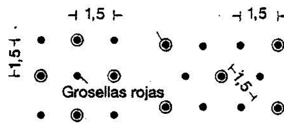
Además de la evacuación de aguas al subsuelo, es posible desaguar superficialmente a través del modelado del terreno o infiltración en el suelo. Para ello se utilizan elementos constructivos (drenajes, zanjas, cisternas) o badenes recubiertos de hierba. Debe observar el comportamiento del suelo y su capacidad de infiltración (valor de permeabilidad) en relación con las precipitaciones locales.



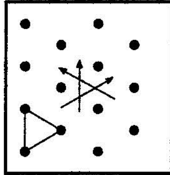
9 Instalación para la recogida de aguas pluviales con filtrado y depósito exterior



❶ Medidas para la plantación de frambuesas

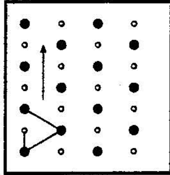


❷ Grosellas negras y rojas, en cuadros y al tresbolillo



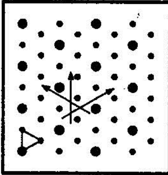
Separación	Árboles × 1/4 ha
Metros	Unidades
3 × 3 × 3	320
4 × 4 × 4	178
6 × 6 × 6	80

❸ Plantación triangular (lados iguales)



Separación	Árboles × 1/4 ha	
Metros	Uds.	Ud. rell.
1,5 × 3 × 3	320	320
2 × 4 × 4	178	178
3 × 6 × 6	80	80

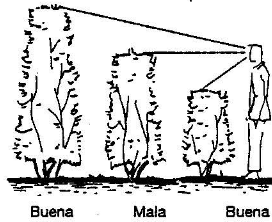
❹ Plantación triangular con una unidad relleno



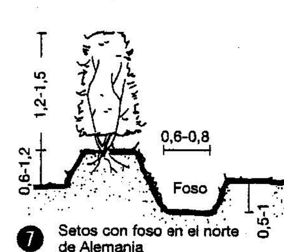
Separac.	Árboles × 1/4 ha		
Metros	Uds.	1 ud. rell.	2 uds. rell.
3 × 3 × 3	80	80	160
4 × 4 × 4	44	44	88

❺ Plantación triangular con dos unidades de relleno

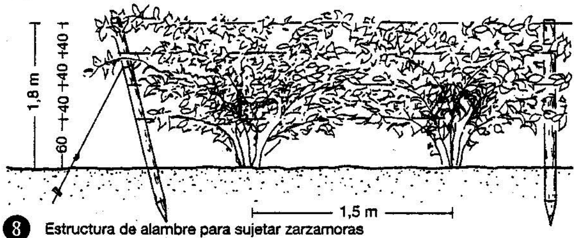
❸ – ❺ Sistema de plantación, según De Haas



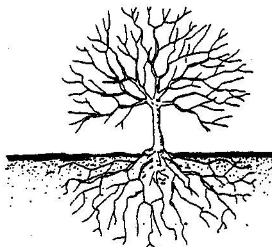
❻ Altura de los setos



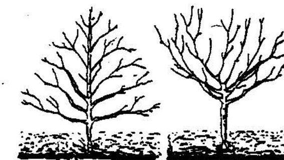
❼ Setos con foso en el norte de Alemania



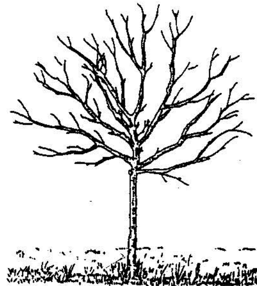
❽ Estructura de alambre para sujetar zarzamoras



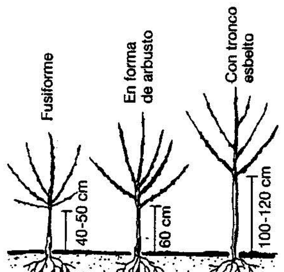
❾ La copa del árbol y la red de raíces pueden considerarse como imágenes especulares



❿ Forma de los árboles
La pirámide es la forma del "árbol de Navidad". Como forma básica se prefiere cada vez más el cáliz, ya que las ramas laterales son más cortas y no se rompen con tanta facilidad por el peso de la fruta y la nieve



⓫ La copa del árbol y la red de raíces pueden considerarse como imágenes especulares



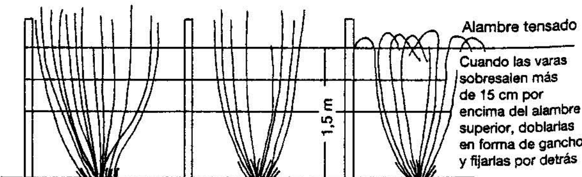
⓬ Forma de los árboles para el jardín doméstico

Diseño con vegetación

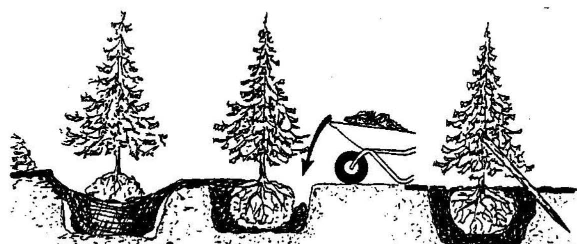
El diseño con vegetación —plantas, bosques, arbustos, pastos, prados o plantas de praderas— es extraordinariamente variado. Aun así, en todo proyecto de exteriores el concepto general debe ser siempre anterior a la elección de las plantas. El paisajismo moderno se entiende como una arquitectura de exteriores, en la que la vegetación debe integrarse como una parte importante del diseño general. Para ello juegan un papel fundamental aspectos espaciales horizontales y verticales (árboles, bosques, etc., en altura y forma), antes de la elección de familias o tipos de plantas.
Después de haber determinado las unidades espaciales del proyecto, puede formularse la elección exacta de plantas dependiendo de factores como el crecimiento, el follaje, el color y momento de floración, las variaciones estacionales y la compatibilidad con el suelo y la luz del lugar. También deben considerarse factores económicos como cuidados y mantenimiento. La elección de una correcta vegetación es una parte fundamental de un buen diseño de exteriores, con el estímulo y el desafío de que cada elemento va cambiando con el paso de las estaciones y los años.

Plantas

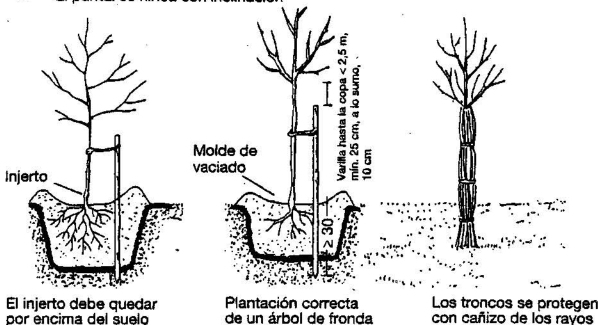
Existe un sinfín de variedades dentro de las denominaciones generales de arbustos, pastos, helechos, criptófitas (plantas de bulbos) y plantas leñosas. En general, se utiliza su nombre botánico, que proviene del latín o del griego, compuesto de la sistematización de la familia, género, clase y tipo de planta (p. ej., la familia aralaceae: *hedera helix arborescens*: hiedra común). De estas denominaciones de plantas también se pueden deducir frecuentemente formas especiales de crecimiento (colgantes, *pendula*, o con forma de columna, *fastigiata*).
Las **cantidades de plantas** son muy diferentes según sea la familia y tipo de planta. En el ámbito de las plantas de cultivo rigen otras separaciones entre plantas → ❷ – ❺ que en los exteriores normales. En general, se debe poner atención al objetivo de la planta (p. ej., un crecimiento superficial rápido). Los pequeños arbustos y las plantas tapizantes se plantan 6-12 unid./m², plantas leñosas 0,5-2 unid./m², en una línea de setos se plantan comúnmente 3-5 unid./m lineal.
Para la **recepción de plantas** debe prestarse atención a un corto lapso de tiempo entre el envío desde el vivero y la plantación en el lugar de destino. El almacenaje no debe sobrepasar las 48 horas. El envío incluye la plantación según DIN 18320. Para el almacenaje temporal, debe protegerse la planta contra la posible falta de agua, el sobrecalentamiento y la congelación; para ello pueden apilarse las raíces, humedecerlas y cubrirlas con tierra o lona, y un espacio de almacenamiento sombrío y protegido del viento. Un aviverado debe realizarse (es un servicio especial) solo cuando no se tiene prevista la plantación definitiva a corto plazo.
La mejor **época de plantación** es generalmente otoño y primavera, y para árboles frutales, finales de otoño. En lugares donde se produzcan heladas tempranas pueden plantarse hasta entrado octubre, mientras que en aquellos con un clima suave puede hacerse hasta noviembre.



⓭ Frambuesas



❶ Al plantar una conífera se debe de extraer la tela de protección de las raíces. El puntal se hinca con inclinación

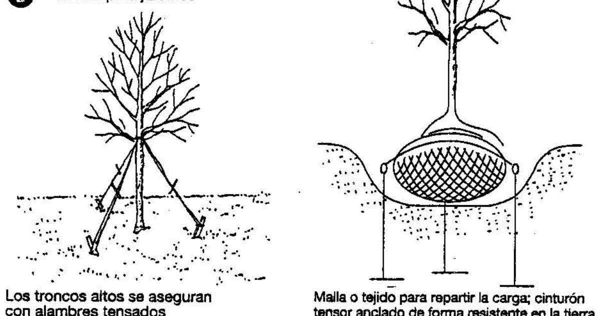


El injerto debe quedar por encima del suelo

Plantación correcta de un árbol de fronda

Los troncos se protegen con cañizo de los rayos solares

❷ Árboles para jardines

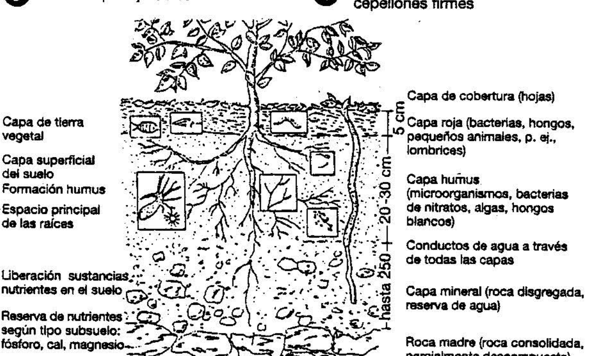


Los troncos altos se aseguran con alambres tensados

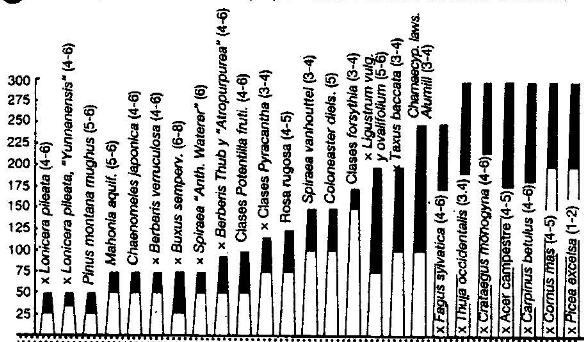
❸ Árboles para jardines

Malla o tejido para repartir la carga; cinturón tensor anclado de forma resistente en la tierra

❹ Anclado bajo rasante para cepellones firmes



❺ Cada capa de humus tiene su propia vida. Los estratos tienen sus habitantes



❻ Altura de crecimiento de setos podados y sin podar (las clases señaladas con una x admiten especialmente bien la poda) (entre paréntesis, n° de plantas necesarias por metro lineal)

Los trabajos con plantas están más o menos regulados en la DIN 18916. Los hoyos para la plantación deben tener una anchura correspondiente a 1,5 veces el diámetro de las raíces o del cepellón. En las excavaciones debe separarse la capa superficial del suelo, que volverá a colocarse después de la plantación. Los árboles y otras plantas leñosas se protegen de roturas producidas por el viento con **tutores** → ❷ – ❹, siempre clavados, a ser posible sin tocar el cepellón, en contra de la dirección principal del viento. Son habituales los palos de madera sin corteza. Los cepellones en forma de maceta o pequeños contenedores (para pequeños arbustos y plantas tapizantes) se entierran directamente utilizando la pala. Los métodos de plantación se diferencian según el tipo de planta. Para la plantación deben contemplarse las **distancias a linderos** con los vecinos. Los setos se plantan hasta una altura de 2 m a una distancia de 0,5 m y sobre los 2 m, a una distancia de 1 m. Los árboles pequeños (de tronco medio) se plantan a una distancia de 1,5 m, y los grandes a 3 m.

Para superficies colindantes especiales (zonas de transporte público, bosques, etc.) rigen excepciones o reglamentos especiales.

El **cuidado de las plantas** es una prestación especial regulada en la DIN 18916. El estado de las plantas para la recepción en obra puede reconocerse en los brotes en el caso de las plantas leñosas, por lo general, a partir del último tercio del mes de junio. En el caso de los arbustos pequeños, si han brotado o enraizado. Las plantas tapizantes pueden aceptarse solo si hay un máximo del 5 % de plantas muertas y si, a pesar de estas faltas, tienen una imagen compacta. En el caso de flores de una y dos temporadas, bulbos y tubérculos y plantas sin especiales cuidados, pueden aceptarse en la recepción en obra, directamente después de la plantación.

El **césped y trabajos de siembra** están regulados más detalladamente en la norma DIN 18917. Además de la siembra, pueden utilizarse también rollos o placas de césped (un sistema más caro). Las superficies de césped deben abonarse previamente con 10 cm de capa superficial de terreno como mínimo. El césped crece por lo general a partir de los 8 °C, y deja de crecer a partir de los 30 °C. Es utilizable a las seis semanas de la siembra.

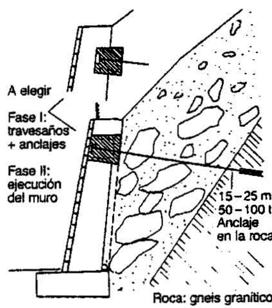
El **cuidado del césped** es una prestación especial que también está regulada en la DIN 18917. Un estado listo para la recepción en obra del césped sembrado es aquel que alcanza un cubrimiento de suelo de aprox. 75 %. Los prados pueden aceptarse con un cubrimiento de aprox. 50 %. Los rollos o placas de césped pueden recibirse en obra cuando se detecta un notable enraizado con la capa vegetal.

Altura de tronco	Trasplante	Diámetro de tronco cm	Altura de tronco cm	Anchura de copa cm	Distancia al árbol cm	Vida útil máxima en años vegetales	Otros
Tronco ligeramente alto	2	8-10 10-12	≥ 180		lejos	4	atados 5 unidades por atado
Tronco alto 3 × v	3	10-12 12-14 14-16 16-18 18-20 20-25	≥ 200		muy lejos	4	
Tronco alto 4 × v y usualmente tronco alto solitario	≥ 4	16-18 18-20 20-25 cada 5 cm hasta 50 cm cada 10 cm hasta 50 cm	Altura total 300-400 400-500	60-100 100-150 150-200 200-300 400-500 500-700 700-900 900-1.200 + 300 cm	muy lejos	4	cepellones envueltos en malla de alambre o contenedores indicar cantidad de replantaciones con embalaje de malla de alambre
Árbol de avenida			Hasta 25 cm ≥ 200 cm hasta 25 cm ≥ 250 cm		muy lejos	4	

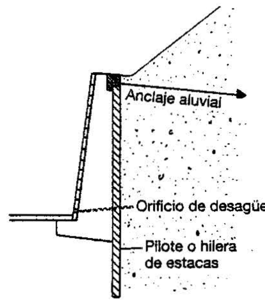
❼ Exigencias, ordenación y atados de troncos altos [01]

Diseño de procedimientos de ingeniería naturalística
En la mayor parte de los casos, los procedimientos de ingeniería naturalística constituyen respuestas a requisitos constructivos con una orientación biológica, como la consolidación de pendientes o la protección de riberas. Estas pueden considerarse una parte principal de una planificación general y ser diseñadas acordes a ello. Debe aclararse si las medidas que cabe llevar a cabo estarán a la vista o serán más bien invisibles.
Mediante la vegetación, la ingeniería naturalística pueden poner en escena taludes y pendientes que de otro modo debieran ser consolidados con un muro. Para la puesta en obra de las exigencias funcionales deben estar integradas la idea general del diseño y la elección del material.
Los procedimientos de consolidación de ingeniería naturalística están regulados por las normas DIN 18918, DIN 19657 y DIN 18310, y puede distinguirse entre consolidaciones de taludes y procedimientos de protección de riberas.

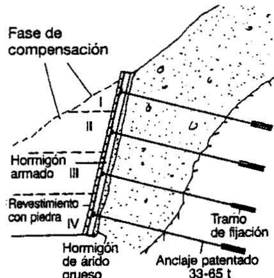
Consolidación de taludes
En los taludes de gran inclinación es necesario afianzar la tierra superficial. A ser posible, los taludes deben tener poca pendiente y un perfil redondeado, para que su superficie se pueda cubrir con césped, plantas o arbustos.
En caso de realizar taludes con una inclinación mayor al ángulo natural de rozamiento, deben afianzarse mediante rollos o placas de césped, adoquines o muros de contención.
Si la pendiente es mayor a 1:2, los rollos o placas de césped se anclarán con clavos de madera. Existen paneles gruesos de césped para consolidar taludes con una pendiente de 1:1,5 a 1:0,5.
Las rejillas son apropiadas para afianzar taludes de gran pendiente donde es difícil que agarren las plantas.
Se distingue entre rejillas muertas y vivas. En estas últimas es necesario proceder posteriormente a una plantación definitiva de especies frondosas.
Para asegurar grandes desmontes, tal como ocurre en la construcción de carreteras o al edificar en solares de gran pendiente, es necesario adoptar medidas de consolidación más complejas → ❶ - ❻.
Emparrillados anclados en acabados diferentes como, p. ej., compuesto de vigas preancladas horizontales y postes verticales. Los espacios intersticiales deben rellenarse con hormigón proyectado → ❹.



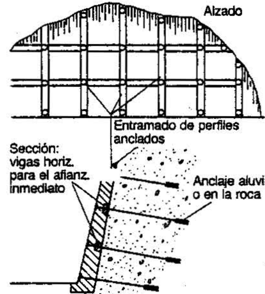
❶ Muro de contención anclado a la roca para un talud de cascotes (esquema Badberg II)



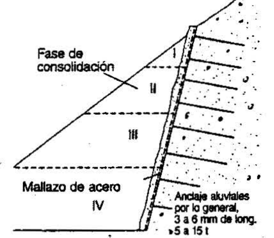
❷ Muro de contención con pilotes o hilera de estacas (con o sin anclaje) en terrenos de piedras sueltas



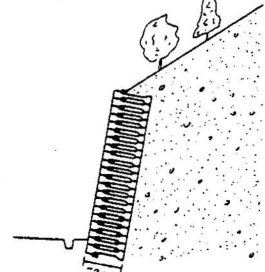
❸ Afianzamiento de taludes en terrenos de piedras sueltas: compensación de abajo hacia arriba y contención inmediata por los elementos del muro y los anclajes aluviales (autopista del Brenner)



❹ Afianzamiento primario de taludes en terrenos arcillosos o parcialmente compactos mediante un entramado de perfiles anclados



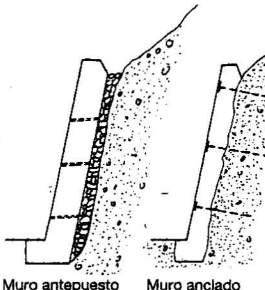
❺ Afianzamiento de taludes en terrenos de piedras sueltas: compensación de abajo hacia arriba y contención inmediata con hormigón inyectado y armado con mallazo de acero y anclajes aluviales



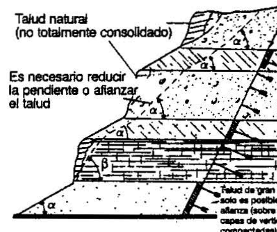
❻ Muro de contención de malla espacial (tipo Krainer) de hormigón (sistema Ebensee)



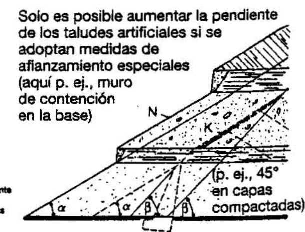
❼ Los muros escalonados, tipo Krainer, proporcionan suficiente espacio para el nuevo trazado. El paisaje sigue siendo verde



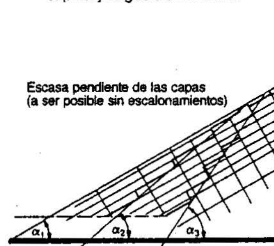
❽ Diferentes maneras de revestir roca en forma de muros de contención (según L. Müller 1969)



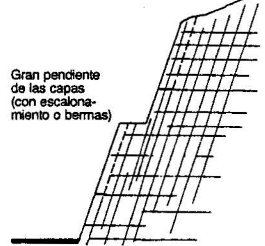
❾ Diseño de taludes (y afianzamiento) en capas de terreno de diferente cohesión



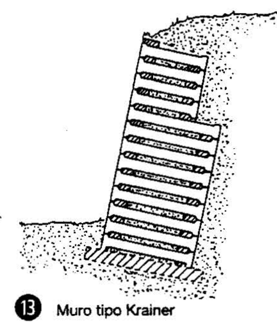
❿ Diseño de taludes (y afianzamiento) en capas de terreno de diferente cohesión



⓫ Talud en terreno rocoso, condicionado por las características geológicas



⓬ Talud en terreno rocoso, condicionado por las características geológicas


⓭ Muro tipo Krainer

	Long. [cm]	Ancho [cm]	Alto [cm]	Peso [kg/ud.]
Larguero LE	250	30	10	168
Larguero extremo ELE	260	30	10	166
Larguero extremo ELE	155	30	10	108
Larg. semiextr. HLE*	125	30	10	88
Travesaño B 130	90	15	25-32	118
Travesaño B 180	130	15	25-32	68
Elemento separación A	30	15	25-32	20
Elemento separación D	20	10	10	6

⓮ Muro Krainer Ebenseer → ❻ + ⓭

PROCEDIMIENTOS DE INGENIERÍA NATURALÍSTICA

CONSOLIDACIÓN DE TALUDES Y RIBERAS

Los muros de contención ajardinados, que pueden salvar grandes desniveles, crean espacios aprovechables en terrenos, calles y caminos.

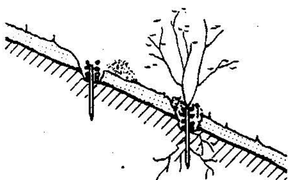
Dependiendo del sistema y de la pendiente se construyen también muros altos con anclajes → 6.

Protección de riberas

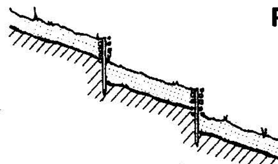
Mientras que en la consolidación de escarpes deben tenerse en cuenta las acciones solicitantes del empuje del terreno o la gravedad, en la protección de riberas debe tenerse en cuenta, además de estos aspectos, la fuerza del agua y de las olas.

Una protección de ribera óptima se da cuando un perfil vegetal está en la afluencia de agua → 10, con lo que logran crecer raíces que evitan erosiones y desprendimientos de la orilla por el oleaje.

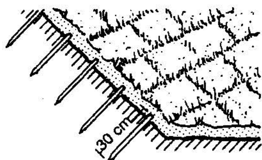
Para proteger de la erosión las márgenes socavadas de ríos sobre y bajo el nivel del agua, existen muchas posibilidades, como, p. ej., enfajinados de sauces, rizomas o bordes con empalizadas.



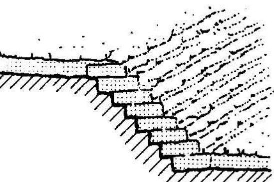
1 Estacas vivas (esquejes)



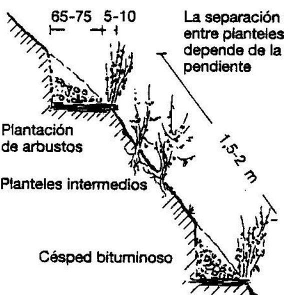
2 Estacas muertas



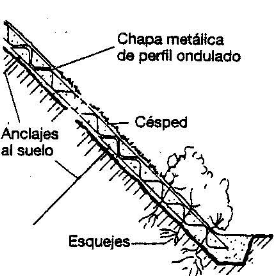
3 Paneles de césped fijados con puntas de madera (pendiente > 1:2)



4 Consolidación con paneles gruesos de césped



5 Plantación pionera de arbustos y césped bituminoso para consolidar taludes de gran pendiente

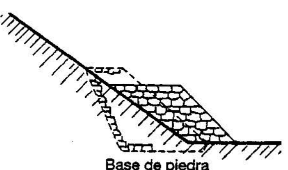


6 Afinamiento de la superficie del talud mediante el sistema Weber





7 Drenaje y desagüe de la base del talud mediante cascotes





8 Afianzamiento de taludes mediante piedras o cantos rodados

Piedra natural

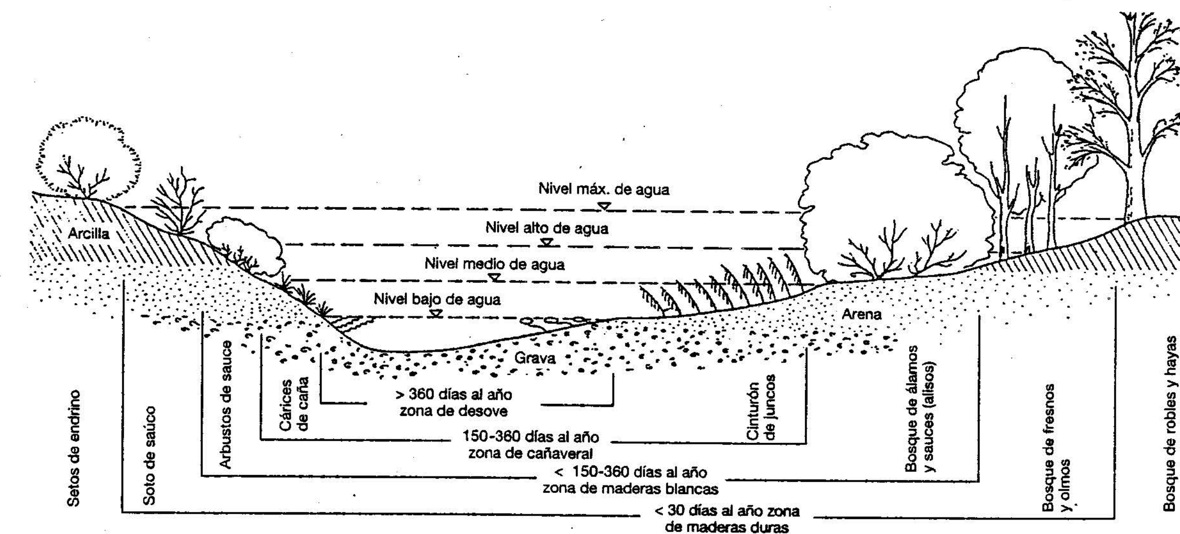
50-70 cm

Filtro de grava

50 cm

Alzado
Forma según la tradición local

9 Nervios de piedra para el desagüe y afianzamiento de taludes



10 Perfil de vegetación de una ribera fluvial, según Bitmann

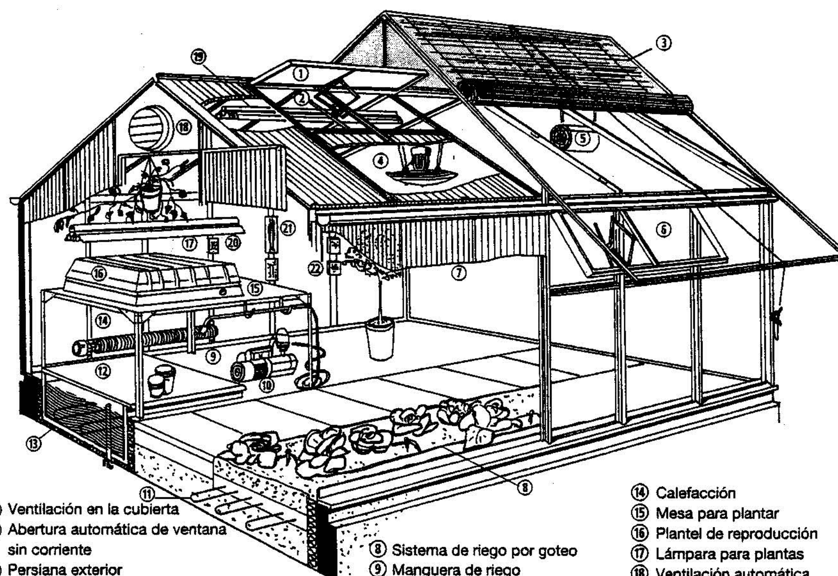
INVERNADERO

La ventilación de un invernadero debe calcularse para que, al abrir los elementos practicables, la temperatura interior sea similar a la exterior, por ello, se necesita un 20 % aprox. de la superficie de la cubierta como banda de ventilación o bien suficientes compuertas practicables a tal fin. También se precisa un intercambio de aire suficiente.

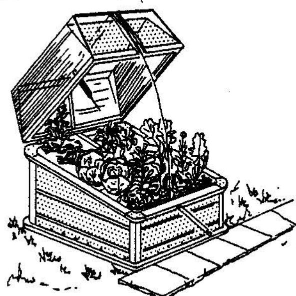
Si la vegetación exterior es insuficiente para proporcionar la sombra necesaria, y la radiación solar elevada, se precisa un sistema de protección solar que procure un clima interior adecuado.

La protección solar puede montarse tanto en el interior como en el exterior. La protección solar en el interior es más económica. Sin embargo, la protección exterior es más eficaz, en especial si la separación entre esta y el vidrio es lo suficientemente grande.

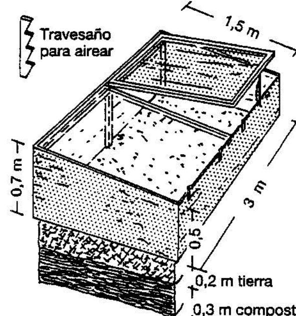
→ ❶ y ❿ + ⓫.



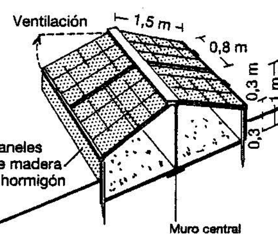
❶ Invernadero con instalaciones y climatización adecuadas al uso



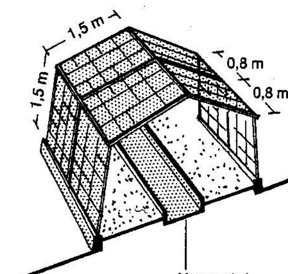
❷ Plantel solar elevado con cubrición



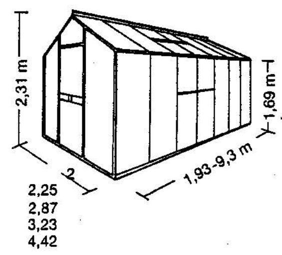
❸ Tabla de compost autoconstruida



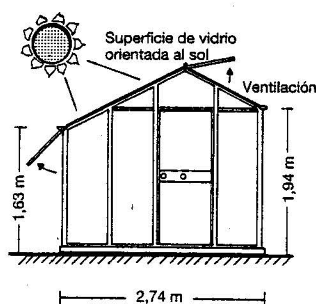
❹ Pequeño invernadero



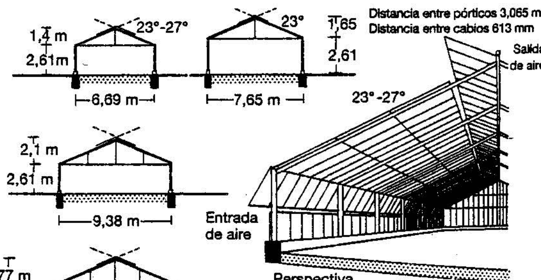
❺ Invernadero holandés



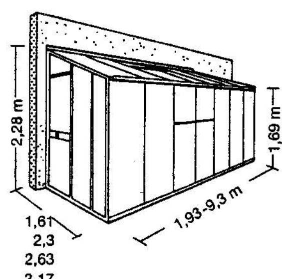
❻ Invernadero



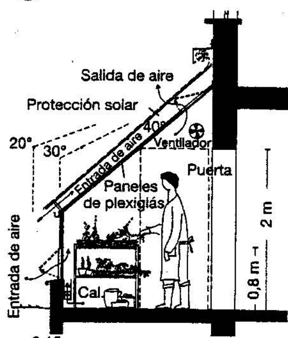
❼ Invernadero solar



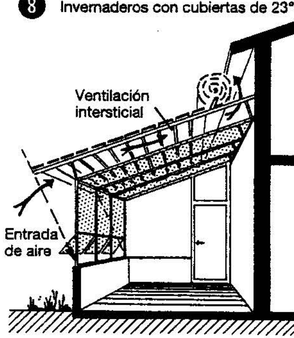
❽ Invernaderos con cubiertas de 23°-27° de inclinación



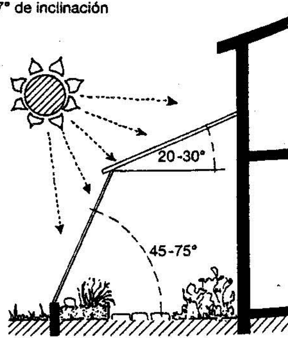
❾ Invernadero adosado



❿ Invernadero adosado



⓫ Invernadero adosado



⓬ Ángulos de inclinación óptimos para las superficies de vidrio

ESTANQUE

Los estanques deben integrarse armónicamente en el jardín. Su ubicación en el lugar correcto es de vital importancia para el desarrollo de plantas y animales.

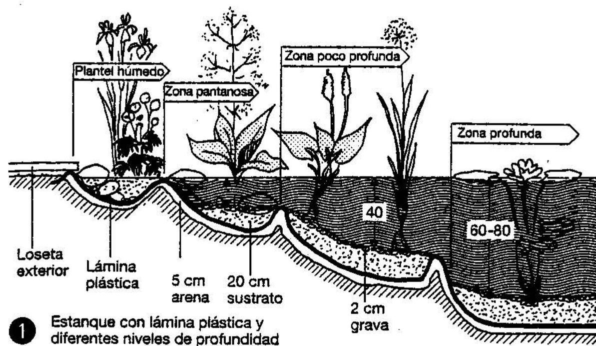
La mayor parte de la vegetación propia de los estanques precisa mucho sol, entre 4-6 horas al día. El emplazamiento más adecuado es cerca de la terraza. Cuando la cantidad de plantas, agua y arena es adecuada, entre 6-8 semanas se llega un equilibrio biológico y el agua se torna clara. La proporción entre el contenido de agua y su superficie debe ser correcta (aprox. 400 l/m² de superficie de agua). El estanque artificial se convierte en hábitat de insectos y plantas. La plantación dentro del estanque debe realizarse antes llenarlo de agua. El proceso de llenado se ejecutará cuidadosamente. Período de plantación entre mayo y septiembre. Para obtener un conjunto armonioso, las plantas de gran altura deberán plantarse de forma aislada; las de altura mediana con una separación de 30-40 cm; las de pequeña altura del borde, por el contrario, tendrán que plantarse en agrupaciones. Distancia de una planta a otra 20- 30 cm.

Al poblar el fondo por vez primera es suficiente con cinco plantas por m², pues estas se reproducen rápidamente. Aquellas especies colocadas en un recipiente pueden situarse a la profundidad más conveniente elevando o bajando el tiesto. Es posible plantar las diferentes especies en cestas, recipientes o de forma directa en tierra especial. Las **zonas pantanosas y poco profundas → ❶ – ❷**, así como los planteles húmedos, complementan y reproducen las condiciones naturales.

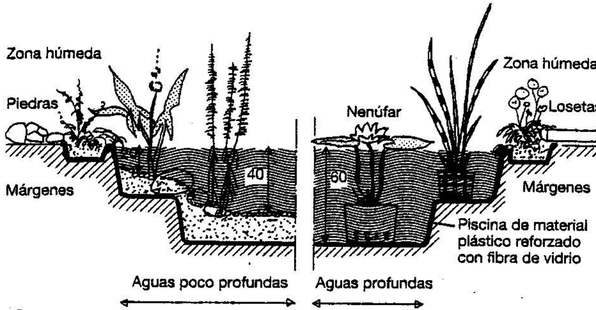
El tamaño del estanque está supeditado al del jardín. Lo ideal es disponer una balsa de 20-25 m², aunque 3-5 m² posibilitan ya la proliferación de varias especies. Son necesarias amplias zonas de 5-20 cm de profundidad y una de 60 cm como mínimo, donde los insectos y las larvas de salamandras sobrevivan al invierno.

La zona profunda ofrece también refugio a las especies animales que pueblan el estanque. Durante el invierno, el estanque debe permanecer lleno para evitar que el terreno se congele y lo levante.

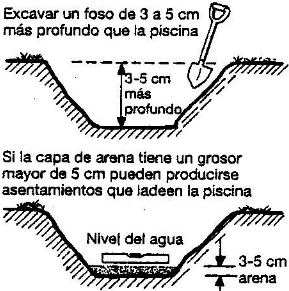
Los peces, las ranas y demás anfibios sobreviven al invierno cuando se emplean anticongelantes o un intercambiador de aire. Los estanques prefabricados aseguran una profundidad correcta para las plantas y evitan hundimientos y desprendimientos de la tierra vegetal → ❷ – ❺.

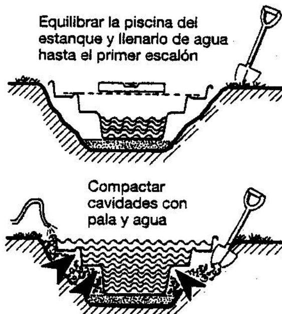


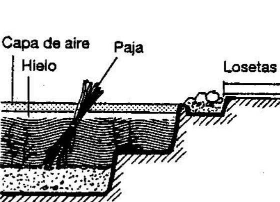
❶ Estanque con lámina plástica y diferentes niveles de profundidad



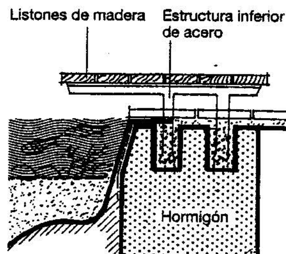
❷ Balsa prefabricada conformada convenientemente







❸ Proceso para la correcta puesta en obra de un estanque



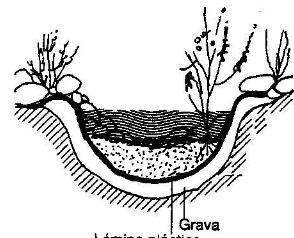
❹ Compactar con tierra de la excavación los huecos laterales

❺ Cuando se produzcan heladas, colocar un haz de paja o intercambiador de aire

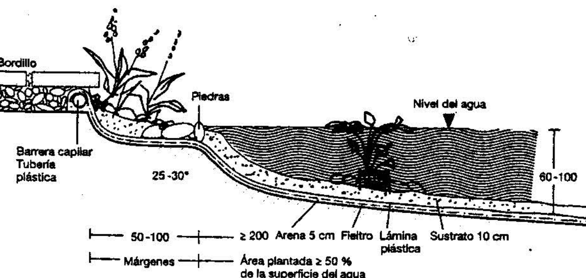
❻ Pasarela en voladizo



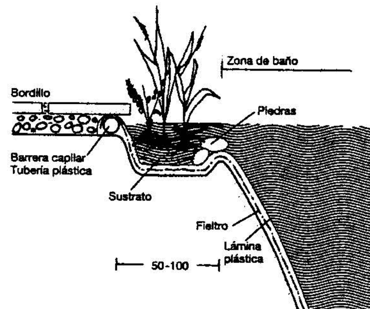
❼ Márgenes



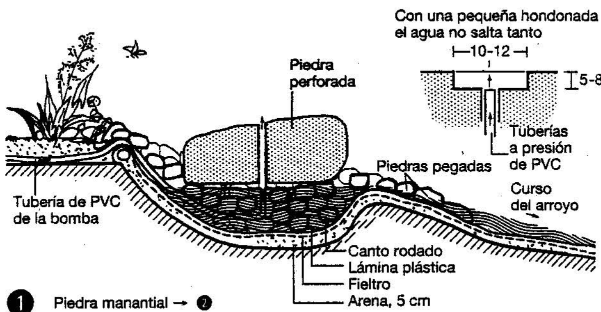
❽ Sección trasversal del cauce de un arroyo



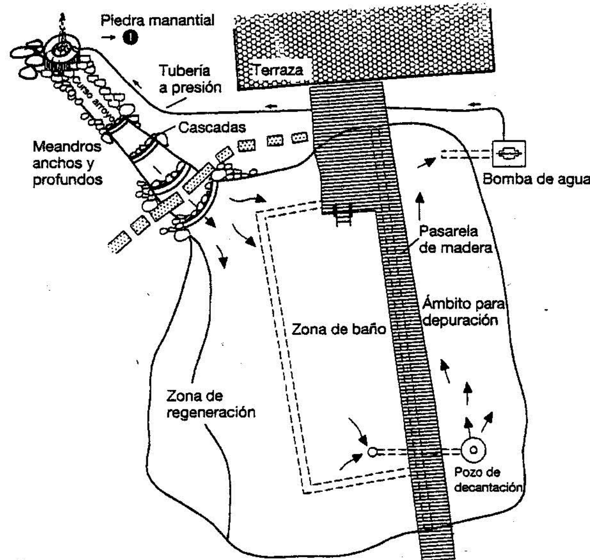
❾ Configuración de las márgenes



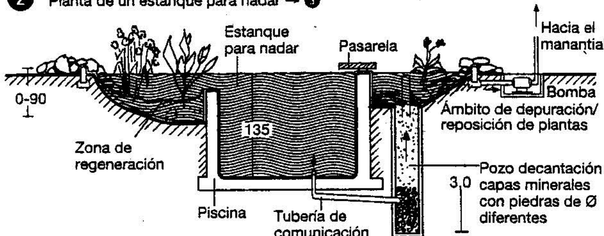
❿ En un jardín pequeño con suelo compacto



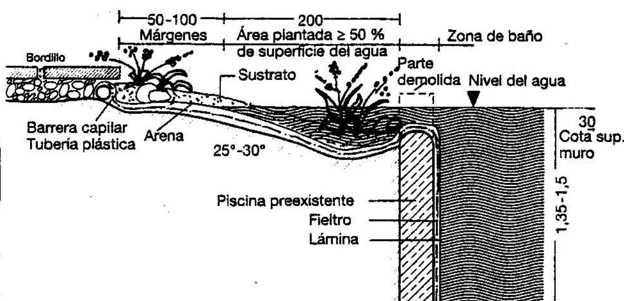
1 Piedra manantial → 2



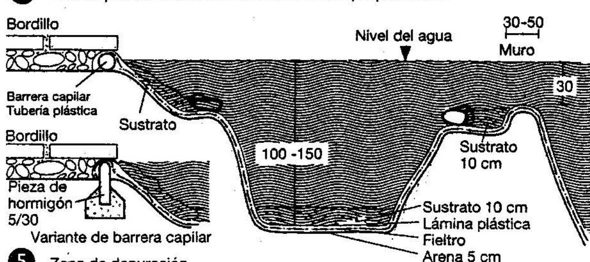
2 Planta de un estanque para nadar → 3



3 Sección transversal de un estanque para nadar → 2

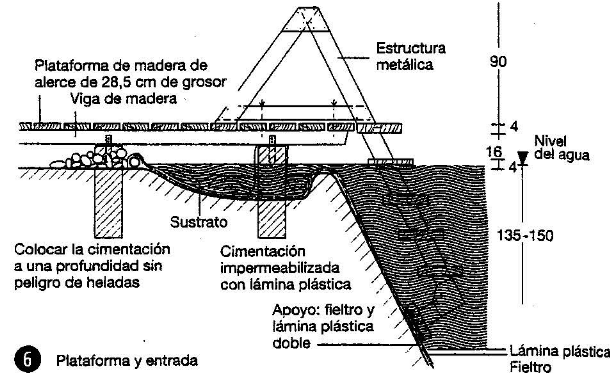


4 Piscina preexistente transformada en estanque para nadar

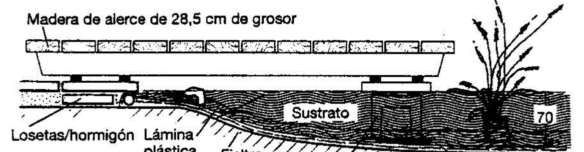


5 Zona de depuración

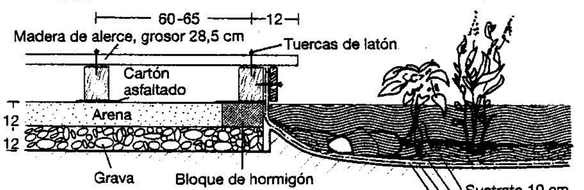
Las márgenes deben estudiarse minuciosamente en cuanto a la limpieza, capilaridad → 4 + 5 o exigencias del usuario → 6 - 8. La ventaja de una piscina natural para nadar frente a la piscina artificial son los bajos costes de mantenimiento (no requiere limpieza, depuradora) y su valor ecológico (efecto biotopo, hipoalérgico, pues no lleva cloro). En cambio, bajo ciertas condiciones meteorológicas deben aceptarse una turbidez o el crecimiento temporal de algas, inconvenientes que generalmente se resuelven por sí mismos a corto plazo. Se puede incluir un arroyo que forme parte del estanque, 8-10 m son idóneos → 1- 2. Cada hora se vierten sobre las piedras y cascadas aprox. 15 m³ de agua, de modo que se oxigena el agua.



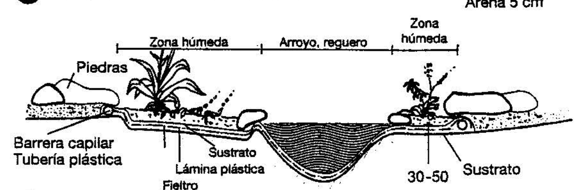
6 Plataforma y entrada



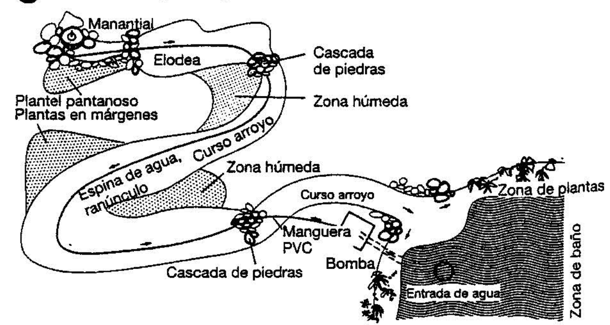
7 Embarcadero de madera, isleta, plataforma para tomar el sol



8 Composición del borde, embarcadero de madera



9 Corrientes de agua → 10



10 Corriente de agua con meandros profundos y anchos y cascadas → 9

BALSAS DE AGUA

PLANTAS ACUÁTICAS

Las piscinas naturales ecológicas requieren una zona de autolimpieza compuesta de plantas acuáticas, que debería ocupar 1/3 parte de la superficie total.

Bordillo pavimentado
Barrera capilar
Lámina plástica
Fieltro
Arena
80–100
Zona de nenúfares → 2
Zona poco profunda → 1
Zona pantanosa → 3
Zona húmeda → 7
Margen seco

5 Profundidad de las plantas

Nombre común	Nombre científico	Floración	Color de la flor
Acoro aromático	*Acorus calamus*	VI-VII	blanco-verd., marrón
Alisma/pan de ranas	*Alisma plantago-aquatica*	VI-VII	rosa blancuzco
Junquera	*Baldellia ranunculoides*	VI-X	marrón
Junco florido	*Butomus umbellatus*	VI-VIII	rosa, blanco, rojo
Juncia	*Carex pseudocyperus*	VI-VII	amarillo
Gliceria máxima	*Glyceria maxima "Variegata"*	V-VII	verde
Corregüela	*Hippuris vulgaris*	VII-VIII	poco llamativo
Orontium	*Orontium aquaticum*	V-VI	amarillo oro
Persicaria anfibia	*Polygonum amphibium*	VI-VII	rosa
Camalote	*Pontederia cordata*	VII-VIII	azul
Rizos de agua	*Potamogeton crispus*	VI-IX	poco vistoso
Ranúnculo	*Ranunculus lingua*	VI-IX	amarillo
Sagitaria	*Sagittaria sagittifolia*	VI-VIII	rosa pálido
Junco redondo	*Scirpus lacustris*	VII-VIII	marrón
Platanaria	*Sparganium erectum*	VII-VIII	verde - blanco
Totora	*Typha angustifolia*	VI-VII	negro - marrón

1 Zona poco profunda, entre 10-40 cm → 5

Nombre común	Nombre científico	Floración	Color de la flor
Barba de cabra, acuática	*Aponogeton distachyos*	VII-X	blanco
Mordisco de rana	*Hydrocharis morsus-ranae*	VI-VIII	blanco
Nenúfar amarillo	*Nuphar lutea*	VI-VIII	amarillo real
Nenúfar	*Nymphaea-Hybriden*	VI-IX	según el tipo
Ninfea	*Nymphoides peltata*	VI-VII	amarillo dorado
Espina de agua	*Potamogeton natans*	VI-IX	blanco
Ranúnculo acuático	*Ranunculus aquatilis*	VI-IX	blanco
Pita de agua	*Stratiotes aloides*	V-VII	blanco
Castaña de agua	*Trapa natans*	VI-VII	blanco, poco vistoso

2 Zona de nenúfares → 5

Azambuja	*Callitriche stagnalis*	Hoja perenne, echa raíces en el fondo
Milhojas de agua	*Ceratophyllum demersum*	No tiene raíces, hiberna en forma de capullo en el fondo del estanque
Peste de aguas	*Elodea canadensis*	Hoja perenne, plantar en el fondo del estanque, tiende a reproducirse masivamente
Violeta de agua	*Hottonia palustris*	Hoja perenne, echa raíces en fondo fangoso
Miriofilo	*Myriophyllum in Arten*	Hoja perenne, echa raíces en el fondo del estanque
Potamogeton	*Potamogeton in Arten*	Plantar en maceteros para controlar su crecimiento
Ranúnculo	*Ranunculus circinatus*	Hoja perenne, plantar en el fondo del estanque
Lentibularia-utrícula	*Utricularia vulgaris*	No tiene raíces, atrapa insectos con una burbuja; hiberna en forma de yema

6 Plantas que contribuyen a la oxigenación del estanque

Aro palustre	*Calla palustris*	VI-VII	blanco
Hierba centella	*Caltha palustris*	IV-VI	amarillo
Nauclea	*Carex grayi*	VI-VIII	bolas verdes
Cola caballo variegada	*Equisetum variegatum*	-	no tiene flores
Junco de algodón	*Eriophorum angustifolium*	V-VI	blanco
Euforbio de agua	*Euphorbia palustris*	IV-V	amarillo
Junco	*Juncus ensifolius*	VII-IX	puros marrones
Lisimaquia	*Lysimachia thyrsiflora*	V-VI	amarillo
Aro de agua	*Lysichiton americanus*	IV-V	amarillo
Menta acuática	*Mentha aquatica*	VI-VIII	violeta claro
Trébol de agua	*Menyanthes trifoliata*	V-VI	blanco-rosa suave
Mímulo	*Mimulus cupreus*	V-X	rojo
Nomeolvides acuático	*Myosotis palustris*	VI-IX	azul claro
Berro	*Nasturtium officinale*	IV-VI	blanco
Helecho onoclea	*Onoclea sensibilis*	-	no tiene flores
Verónica acuática	*Veronica beccabunga*	V-IX	azul intenso

3 Zona pantanosa → 5

Botón de plata	*Achillea ptarmica*	VII-VIII	blanco
Consuelda media	*Ajuga reptans*	V-VI	violeta
Cabeza de tortuga	*Chelone obliqua*	VIII-IX	rosa
Ruibembo indio	*Darmera peltata*	IV-V	rosa
Eupatorio	*Eupatorium cannabium*	VII-IX	rosa
Ulmaria	*Filipendula ulmaria*	VI-VII	blanco
Ligularia	*Ligularia przewalskii*	VIII-IX	amarillo
Hierba de la moneda	*Lysimachia nummularia*	VI-VII	amarillo
Salicaria	*Lythrum salicaria*	VII-IX	rojo violáceo
Helecho real	*Osmunda regalis*	VI-VII	palmas marrones
Valeriana azul	*Polemonium caeruleum*	VI-VII	de azules a balncas
Bistorta	*Polygonum bistorta*	V-VIII	rosa
Prímulas	*Primula in Arten*	de III a VII	según el tipo
Botón de oro	*Ranunculus acris Multiplex*	V-VI	amarillo
Calderones	*Trollius-Hybriden*	V-VI	tonos de amarillo

7 Zona húmeda → 5

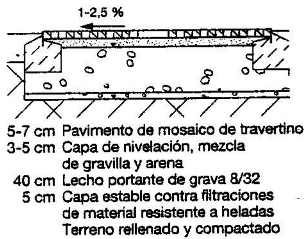
Nenúfar pequeño
Milhojas de agua
Pita de agua
Espiga de agua africana
Nenúfares diversos
Potamogeton
Castaña de agua
Hierba centella
Nomeolvides acuático
Iris
Aro palustre
Junco enano
Camalote
Junco florido
Corregüela hembra
Patata de agua
Totora de hoja ancha
Platanaria
0
25
50
80

4 Plantas acuáticas

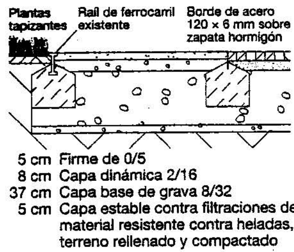


ESPACIOS EXTERIORES, EJEMPLO

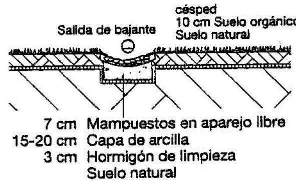
AGENCIA FEDERAL DE MEDIO AMBIENTE DE ALEMANIA



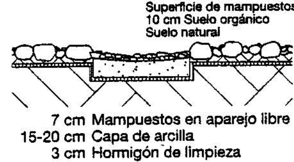
❶ Sección tipo pavimento de mosaico de piedra, detalle UBA, Dessau



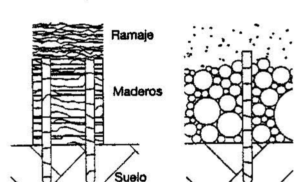
❷ Pavimento de vial de tierra morterenca con sus entregas, detalle UBA, Dessau



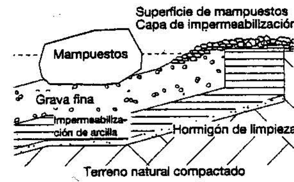
❸ Rigola desagüe edificio, detalle UBA, Dessau



❹ Rigola de llenado estanque, detalle UBA, Dessau



❺ Seto de madera muerta, detalle UBA, Dessau



❻ Estanque para aguas pluviales, detalle UBA, Dessau

El diseño de los jardines de Agencia Alemana Federal de Medio Ambiente en Dessau se basa en un tema continuo: establece relaciones entre el edificio y la ciudad y crea su propio paisajismo, la naturaleza en movimiento. El tema se estructura en dos zonas paisajísticas, en el interior y en el exterior del edificio. Los elementos de diseño que emulan a la naturaleza forman parte de la puesta en escena que se orienta temáticamente en la función del edificio como Agencia Federal de Medio Ambiente.

Las **plantaciones** se atienen a principios funcionales y estéticos. La componente funcional se orienta en las exigencias pragmáticas de un jardín como, p. ej., marcar los linderos del solar o cercarlo (un seto de carpe cierra el solar en el oeste, viales circundantes de acceso de bomberos en el este se marcan con plantaciones de arbustos y plantas tapizantes/rastreras de color rojo). La componente estética tiene que ver con la calidad escultural de las plantas en relación con el tema del edificio (superficies de césped con plantas aromáticas y gramíneas y las eras de vegetación se representan de modo abstracto con plantas tapizantes, matas y arbustos ornamentales).

El material extraído en las labores de movimiento de tierras se utilizó para modelar el terreno.

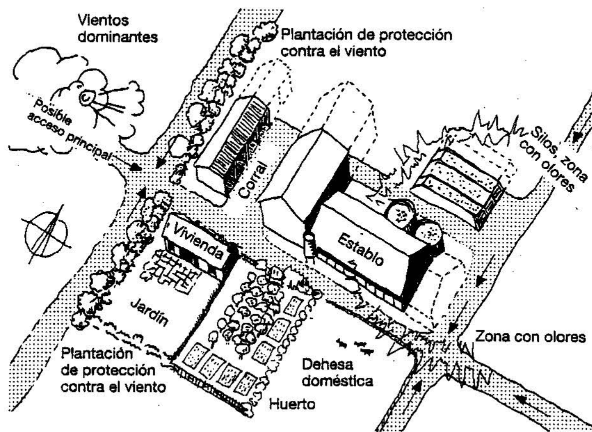
Viales/plazas, ejecutadas en pavimento de mosaico de piedra y en pavimento poroso de tierra compactada, sirven a la vez de viales circundantes de acceso para los bomberos. Las sendas se delimitan con bordes de acero y raíles de ferrocarril existentes en el lugar. El pavimento especial como señalización de advertencia para personas con discapacidades visuales está formado por losas de piedra natural negra empotradas en pavimento de losas de color claro. Las zonas de detención están pavimentadas con losas de travertino, los accesos de vehículos con hormigón y plazas de aparcamiento con adoquines con juntas de césped o césped sobre grava. El vial de acceso para bomberos (lado este del edificio) es un camino asfaltado. El **agua pluvial de la cubierta** de la cantina se conduce en una rigola a un estanque impermeabilizado con una mezcla de elementos minerales y arcillosos. Las **instalaciones de desagüe** de las superficies pavimentadas están equipadas con canaletas, tapas de hierro fundido y sumideros conectados a los canales de aguas pluviales existentes. El **mobiliario** exterior: bancos, papeleras, aparcabicicletas, bolardos retráctiles, extraíbles y fijos, mástiles para banderas y obras de arte.

① Edificio central
② Atrio
③ Fórum
④ Cantine
⑤ Estación de Wörlitzer
⑥ Estanque para aguas pluviales → ❻
⑦ Obra de arte
⑧ Seto de madera → ❺
⑨ Vial con pavimento de tierra compactada → ❷
⑩ Pavimento de mosaico de piedra → ❶
⑪ Vial de aproximación de bomberos circundante
⑫ Aparcamientos
⑬ Superficie de mampuestos
⑭ Aparcamiento de bicicletas
⑮ Zona de viraje para suministros
⑯ Aula

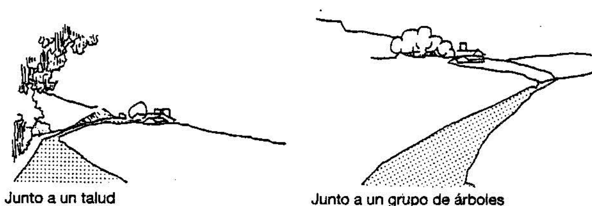
❼ Jardines de la Agencia Federal Alemana de Medio Ambiente, Dessau

Paisajistas: ST raum a.

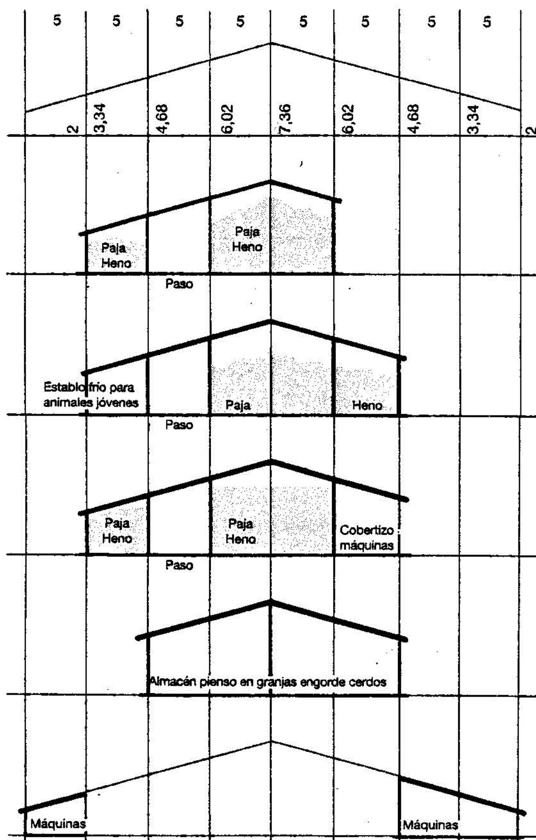
GENERALIDADES



❶ Representación esquemática de los elementos de una granja (edificios, superficies exteriores y caminos)



❷ Adaptado a la topografía haciendo coincidir la pendiente de la cubierta con la ladera



❸ Sistema de planificación de un cobertizo flexible

Al elegir el emplazamiento se han de valorar las características topográficas y climáticas en función de las necesidades funcionales y económicas de la explotación agrícola. Deberían tener preferencia respecto a las condiciones de propiedad existentes. Para las edificaciones destinadas a establos son válidos casi los mismos requisitos que para los edificios de viviendas. Se evitarán las zonas con grandes peligros de heladas, de mucha niebla o muy ventosas y los emplazamientos especialmente expuestos. Se han de tener en cuenta la posición de los edificios entre sí, la disposición respecto a las edificaciones existentes en las proximidades y los vientos dominantes. La dirección predominante de los vientos en verano es más importante que la del invierno.

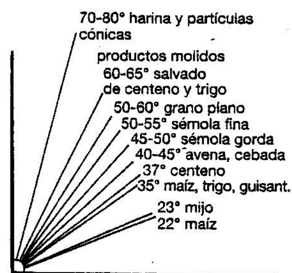
Al elegir el emplazamiento se ha de distinguir entre el tráfico "exterior" e "interior" de la explotación.

El tráfico exterior queda determinado por las conexiones con la red de caminos y carreteras públicas que llevan a las instalaciones de suministro y entrega (comercios, lecherías, etc.). Para la calidad del tráfico interior es más importante la conexión favorable a la red de caminos locales que la vecindad inmediata de la granja a los campos explotados. Al situar los edificios deberían respetarse las siguientes separaciones: al menos 10 m entre todos los edificios. De la vivienda al establo: al menos 15 m. De la vivienda al límite sur de la parcela: mín. 10 m, a los límites oeste o este, al menos 6 m → ❶.

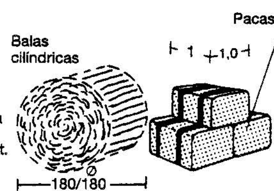
Para explotaciones ganaderas con unidades tecnológicamente dignas se necesitan, por regla general, superficies de 4.000-5.000 m², con una anchura de 35-45 m. Para la zona de vivienda, incluido el jardín: aprox. 1.000 m². Las vías de transporte en el interior y exterior de los edificios no deberían superar las siguientes pendientes: para vehículos manuales, 5 %; vehículos a motor, 10 %, en tramos cortos máximo 20 %. El jardín debería considerarse también como un espacio habitable. A ser posible, se ha de situar al sur o al oeste de la vivienda, disponer de unos 100 m² de césped, parterres para flores, matas, arbustos, lugares para sentarse a resguardo, para juegos de los niños y para secar la ropa, en total se necesitan entre 400 y 500 m².

Para cubrir el consumo propio se necesitan entre 50 y 60 m²/persona de huerto. Para frutales: aprox. 100 m²/persona.

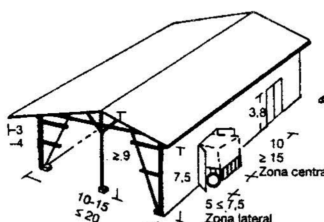
Información: KTBL. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Bartningstrasse, 49, Darmstadt.



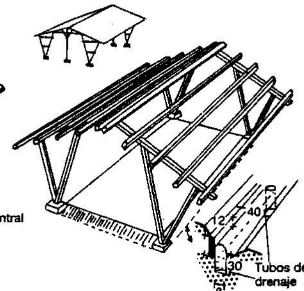
❹ Ángulo de vertido de diferentes productos agrícolas



❺ Paja



❻ Cobertizo con pasos transversales



❼ Cobertizo

Superficie necesaria en m²	Establo de engorde de ... plazas 500	1.000	1.500	2.000
Establo	850	1.700	2.500	3.400
Estercolero	250	400	600	800
Circulación	240	400	440	400
Patio	1.300	2.300	2.700	3.000
Superficie total en m²	2.640	4.800	6.290	7.600
Anchura de parcela en m	35	35	55	55

❶ Engorde de cerdos

Las tablas reproducidas en esta página, sobre la superficie de las parcelas de diferentes explotaciones agropecuarias, se basan en los estudios realizados por Herms/Hillendahl. Las diferencias en los datos de las superficies se deben a diferentes supuestos. Así, por ejemplo, la superficie necesaria de la parcela se puede disminuir si se construyen silos verticales en vez de transitables o se utiliza el espacio de la cubierta o debajo del pavimento ranurado para almacenar productos.

Las tablas → ❶ - ❼, referentes a la superficie de la parcela, no incluyen el espacio necesario para guardar la maquinaria, ni el taller, ni la vivienda, ya que no tienen que estar necesariamente al lado de los edificios de producción.

Superficie necesaria en m²	Cría de cochinillo para ... cochinillos 80	100	120	150	Cría de cochinillos para ... cochinillos con ... plazas de engorde para ... cerdos 46 C 400 E	88 C 800 M	142C 1.200E
Establo	720	850	1.020	1.200	880	1.760	2.640
Estercolero	90	100	110	120	240	400	600
Circulación	230	250	270	300	240	400	480
Patio (incluido corral)	1.600	1.850	2.100	2.400	1.480	2.640	3.120
Superficie total en m²	2.640	3.050	3.500	4.020	2.840	5.200	6.830
Anchura de la parcela en m	45	45	45	50	45	45	50

❷ Producción de cerdos (con establo de engorde)

Superficie necesaria en m²	*Boxes* individuales para engorde de terneros para ... terneros 100	200	300	400	Establo lineal engorde toros pav. completamente ranurado para ... animales 100	200	300	400
Establo	340	640	930	1200	400	940	1.410	1.880
Forraje	-	-	-	-	50	100	150	200
Silo transitable	-	-	-	-	560	1.000	1.250	1.500
Estercolero	50	100	150	200	120	200	300	400
Circulación	200	200	200	200	650	560	750	850
Patio	1.110	1.600	2.200	2.640	1.210	2.100	3.140	2.170
Superficie total en m²	1.700	2.540	3.480	4.240	2.990	4.900	7.000	7.000
Anchura de la parcela en m	45	45	45	45	35	35	50	50

❸ Engorde de ganado vacuno

Superficie necesaria en m²	Establo de amarre para ... vacas 40	60	80	Establo lineal de *boxes* para ... vacas 50	80	120	200
Establo	250	380	500	400	640	960	1.600
Lechería	10	20	30	50	80	120	200
Silo transitable	200	300	400	250	400	600	1.000
Forraje	80	120	160	100	160	240	400
Estercolero	160	240	320	200	320	480	800
Circulación	400	600	720	500	720	960	1400
Patio	800	1.050	1.200	1.250	1.760	2.400	3.000
Superficie total en m²	1.900	2.710	3.330	2.750	4.080	5.760	8.400
Anchura parcela en m	33	33	33	45	45	45	45

❹ Vacas lecheras sin cría nocturna

Superficie necesaria en m²	Establo de amarre para ... vacas 40	60	80	Establo lineal de *boxes* para ... vacas 50	80	120	200
Establo	320	470	630	440	700	1.050	1.750
Lechería	20	20	30	60	80	80	80
Silo transitable	250	380	500	310	500	750	1250
Forraje	100	150	200	130	200	300	500
Estercolero	200	300	400	260	400	600	1000
Circulación	500	750	900	620	900	1200	1750
Patio	1.000	1.270	1.500	1.560	2.200	3.000	3.750
Superficie total en m²	2.390	3.340	4.160	3.380	4.980	6.980	10.080
Anchura de la parcela en m	33	33	43	45	45	45	45

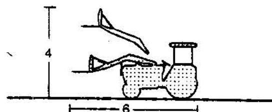
❺ Vacas lecheras con cría nocturna

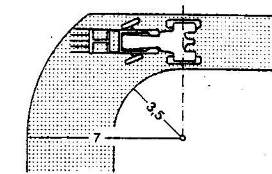
Sup. necesaria en m²	Gallinas ponedoras 3 jaulas superpuestas para ... animales 10.000	50.000	100.000	Engorde de gallinas cría en jaulas para ... animales 10.000	50.000	100.000
Establo	630	3.000	6.000	400	2.000	4.000
Sala para selec. huevos	-	400	800	-	-	-
Estercolero	110	550	1.100	50	250	500
Circulación	200	1.200	1.800	100	500	1.000
Patio	1.260	5.050	8.000	1.000	4.000	7.000
Superficie total en m²	2.200	10.200	17.700	1.550	6.750	12.500
Anchura de parcela en m	35	100	100	35	80	80

❻ Cría de gallinas

Superficie necesaria en m²	Cultivo de cereales para ... ha 60	80	100	Cultivo de piensos en ... ha 80	100	120
Nave de maquinaria	250	290	320	230	270	300
Superficie de vertido y estercolero	250	250	250	250	250	250
Circulación y depósito	180	200	220	180	200	220
Patio	200	230	250	200	230	250
Superficie total en m²	880	970	1.040	860	950	1.020
Anchura de parcela en m	33	33	40	33	33	40

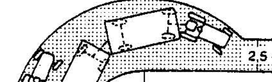
❼ Cultivo de cereales

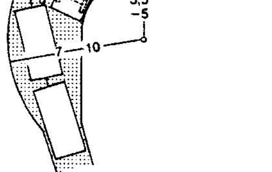




❶ Tractor con remolque

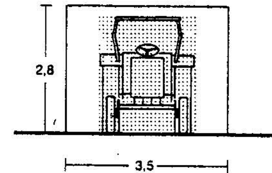
❷ Tractor con cargador frontal

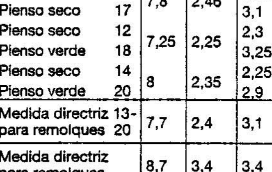




❸ Tractor con segadora frontal y remolque

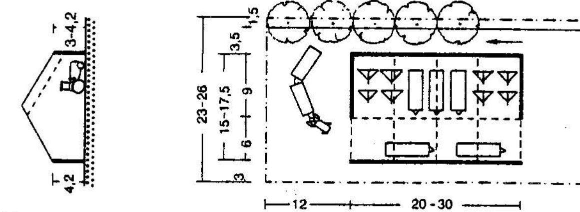
❹ Superficie necesaria para el paso de tractores



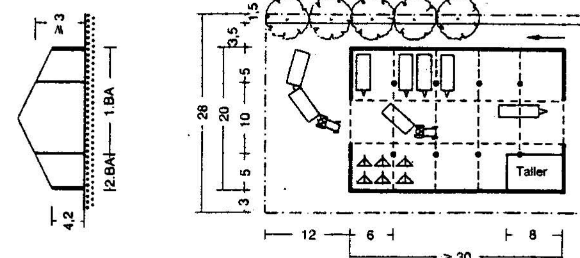


Remolque	m²	Long.	Ancho	Alto
Pienso verde	12	6,95	2,35	2,26
Pienso seco	19			2,94
Pienso verde	11	7,8	2,46	2,45
Pienso seco	17			3,1
Pienso seco	12	7,25	2,25	2,3
Pienso verde	18			3,25
Pienso seco	14	8	2,35	2,25
Pienso verde	20			2,9
Medida directriz para remolques	13-20	7,7	2,4	3,1
Medida directriz para remolques		8,7	3,4	3,4

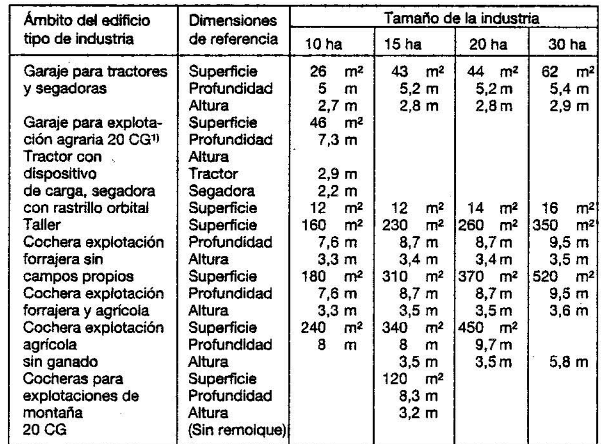
❺ Espacio necesario para un solo vehículo (tractor) (medidas para los garajes)



❻ Pequeña nave de maquinaria con calle lateral



❼ Gran nave de maquinaria con calle central. Pilares intermedios



Ámbito del edificio tipo de industria	Dimensiones de referencia	Tamaño de la industria 10 ha	15 ha	20 ha	30 ha
Garaje para tractores	Superficie	26 m²	43 m²	44 m²	62 m²
y segadoras	Profundidad	5 m	5,2 m	5,2 m	5,4 m
	Altura	2,7 m	2,8 m	2,8 m	2,9 m
Garaje para explotación agraria 20 CG[1]	Superficie	46 m²			
	Profundidad	7,3 m			
Tractor con	Altura				
dispositivo	Tractor	2,9 m			
de carga, segadora	Segadora	2,2 m			
con rastrillo orbital	Superficie	12 m²	12 m²	14 m²	16 m²
Taller	Superficie	160 m²	230 m²	260 m²	350 m²
Cochera explotación	Profundidad	7,6 m	8,7 m	8,7 m	9,5 m
forrajera sin	Altura	3,3 m	3,4 m	3,4 m	3,5 m
campos propios	Superficie	180 m²	310 m²	370 m²	520 m²
Cochera explotación	Profundidad	7,6 m	8,7 m	8,7 m	9,5 m
forrajera y agrícola	Altura	3,3 m	3,5 m	3,5 m	3,6 m
Cochera explotación	Superficie	240 m²	340 m²	450 m²	
agrícola	Profundidad	8 m	8 m	9,7 m	
sin ganado	Altura		3,5 m	3,5 m	5,8 m
Cocheras para	Superficie		120 m²		
explotaciones de	Profundidad		8,3 m		
montaña	Altura		3,2 m		
20 CG	(Sin remolque)				

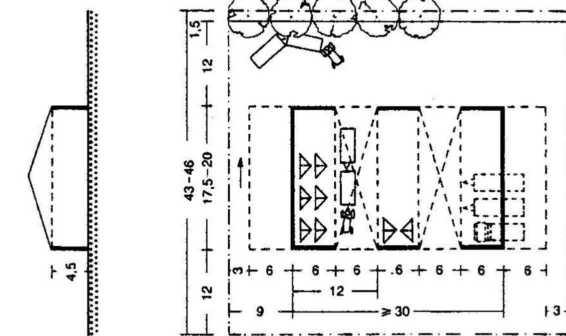
[1] CG = Cabezas de ganado

❽ Espacio necesario en garajes y cocheras

Máquina	Características	L(m)	B(m)	H(m)
Tractores con estribo de seguridad				
Tractores estándar	hasta 60 PS	3,3-3,7	1,5-2	2-2,6
Tractores tracción	60-120 PS	4-5	1,8-1,4	2,5-2,8
4 ruedas	120-200 PS	5,5-6	2,4-2,5	2,5-2,9
(incluido remolque)				
Remolcador con plataforma	hasta 45 PS	4,5	1,7	2,5
Aparatos de transporte (con tijera de tracción) remolque de dos ejes				
Plataforma	hasta 3 t	aprox. 6	1,8-1,9	aprox. 1,5
Plataforma	3-5 t	aprox. 6,5	1,9-2,1	aprox. 1,6
y volquete	5-8 t	aprox. 7	2,1-2,2	aprox. 1,8
Remolque de un eje	hasta 3 t	aprox. 51)	1,9-2,1	aprox. 1,6
(con rascador)	3-5 t	5-5,51)	2,1	aprox. 1,6
o volquete	5-8 t	5,5-6	2,2-2,25	aprox. 2
remolque con tanque	3-6 m³	5,5-6,5	1,8-2	1,8-2,2
Máquinas para trabajar la tierra (en posición de transporte)				
Arado (incorporado)	2 rejas	aprox. 2	aprox. 1,2	aprox. 1,2
	3 rejas	2,7-3,3	1,3-1,5	aprox. 1,2
	5 rejas	4,5-5,5	2-2,5	aprox. 1,2
Arado giratorio	2 rejas	aprox. 2,3	aprox. 1,1	1,3-1,7
(incorporado)	3 rejas	2,9-3,3	1,4-1,6	1,3-1,7
	5 rejas	4,5-5,5	2-2,5	1,3-1,7
Cultivadora		1,5-3	2,3-3	0,6-1,1
Rastrillo de disco		3,2-3,5	1,7-3,5	0,7-1,1
Combinación de		2,7-3	1,1-1,3	
aparatos		1,1-1,4	2-3	1,1-,2
Arado de fresa		0,8	hasta 3 m	1
Rastrillo vibrador		2-3	hasta 3 m	1
Rastrillo de rodillo		2,5	hasta 3 m	0,8
Rodillo	3 partes			
Diseminadora de abono mineral				
Sembradora de caja		0,7-1,2	2,7-3	0,7-1,2
Sembradora centrífuga	incorporado	1-1,5	1,4-1,5	0,9-1,4
Sembr. grandes sup.	colgado	4,3-5,5	1,8-2,8	1,7-2

[1] Diseminadora de establo, aprox. 0,5 más larga

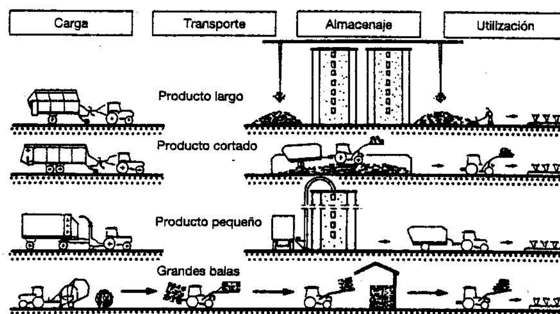
❾ Medidas de la maquinaria agrícola



❿ Gran nave de maquinaria y utillaje con calle transversal

Forma del producto	Dimens. en cm	Prod. fresco	Productos secos 35 % t	Heno	Paja	Manipulación
Largo	aprox. 25	1,7	1,2-1,5	0,5	0,3	Por porciones (grúa de cuchara)
Cortado	4-8	2	1,5-1,8	0,8	0,4	Producto vertido (cilindro dosificador)
Pequeño	4	3,5	2,5-3	0,6-1	0,5-0,8	Producto vertido (fuelle, fresa)
Pacas	35 × 50 × 80	-	2,5-3	1-1,5	0,8-1,3	Por unidades a mano
Grandes balas	Ø 180-150	-	3	0,8-1,8	0,6-1,3	Por unidades para tractores de carga frontal
	150 × 150 × 240 (160 × 120 × 70)	-		0,6-0,9	0,7-1,3	

❶ Comparación entre diferentes productos de cultivo

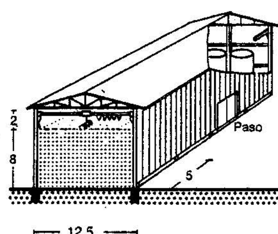


❷ Almacenaje de las provisiones de pienso

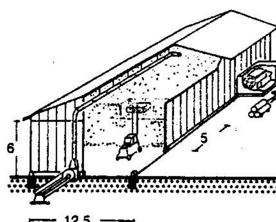
Producto		Peso en volumen dt/m³	Espacio necesario (almacenaje antes de compactación) m³/dt
Heno:	Producto largo (Calidad entre buena y muy buena altura de almacenaje 2-6 m trituración, 5 cm)	0,7-1,2	1,7-1
	(Calidad entre buena y muy buena altura de almacenaje 2-6 m	0,9-1,2	1,3-1
	Balas de heno, sin estratificar	1,3-1,7	0,9-0,7
	Balas de heno, estratificadas	1,6-2	0,8-0,6
	Heno ventilado	1,2-1,7	1-0,7
	Torre de heno	1,5-1,8	0,8-0,7
	Verde seco - Cobs	5-6	0,2-0,17
En silos:	Alm. prod. secos (35-25 % prod. húm.)	5,5-7	0,2-0,16
	Alm. de maíz (28-20 % prod. húm.)	6-7,5	0,18-0,15
	Hojas de remolacha	8,5-9,5	0,13-0,12
Pienso de nabos		6,3-7	0,16-0,14
Vigorizantes triturados		5,5-6,5	0,22-0,19
Pienso seco		3,2-3,5	0,38-0,34

Los espacios de almacenaje descritos no incluyen el espacio necesario para la mecanización de las tareas de llenado y vaciado (por ejemplo, vestíbulo, transportadores, grúa, etc.), sin embargo, sí incluyen un suplemento de llenado del 20 % para heno y los vigorizantes y del 10 % para los productos ensilados.

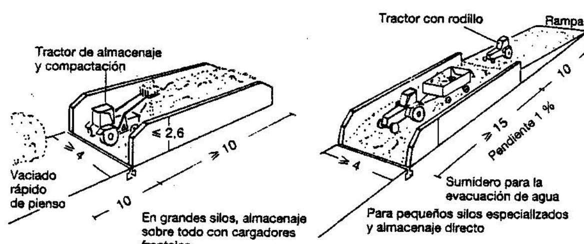
❾ Almacenaje de cereales y pienso



❸ Nave con grúa de cuchara

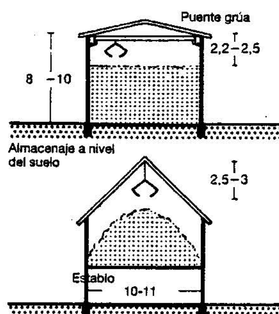


❹ Nave para almacenar heno

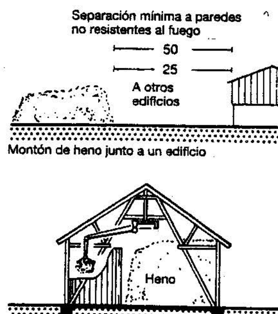


❿ Silo plano

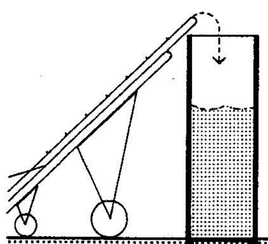
⓫ Silo plano con rampa



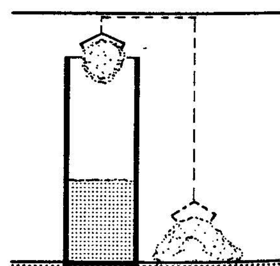
❺ Almacenes de heno



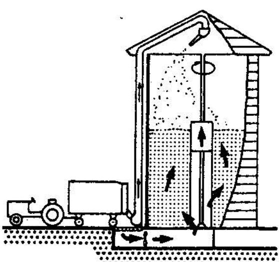
❻ Almacenaje de heno



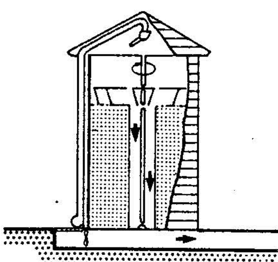
⓬ Silo alto de llenado con cinta transportadora



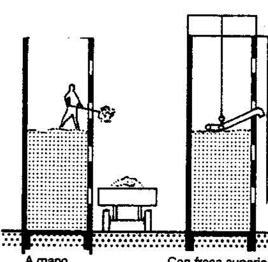
⓭ Silo alto de llenado con grúa de cuchara



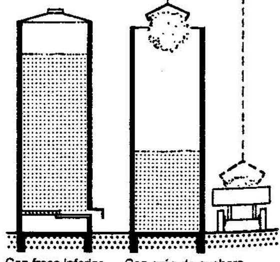
❼ Torre de heno, llenado y ventilación



❽ Torre de heno, vaciado



⓮ Vaciado de silo altos

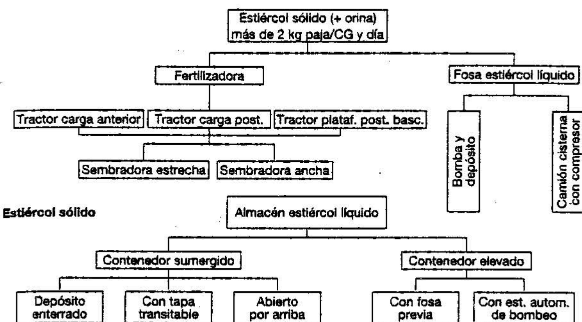


⓯ Vaciado de silos altos

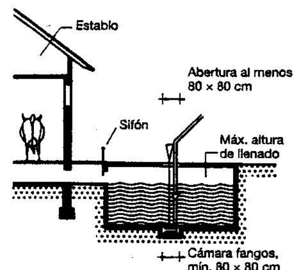
Ganadería

GRANJAS

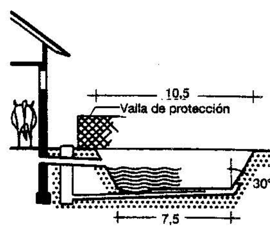
Generalidades
Superficies necesarias
Máquinas y aperos
Almacenaje de piensos
Evacuación de aguas y sólidos
Condiciones climáticas en los establos



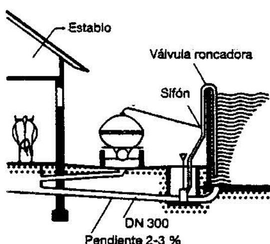
❶ Esquema de almacenamiento de heces sólidas, líquidas y orina



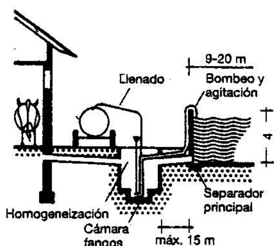
❷ Contenedor sumergido (macizo)



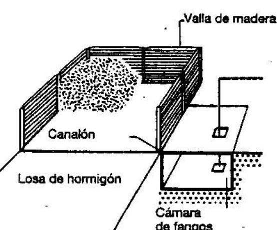
❸ Depósito con lámina sintética de impermeabilización



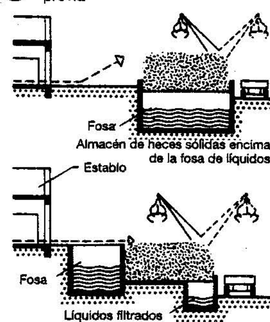
❹ Contenedor elevado con estación de bombeo



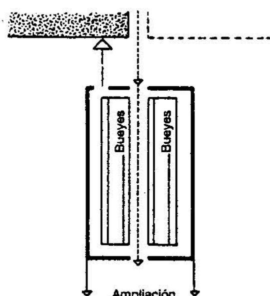
❺ Contenedor elevado con fosa previa



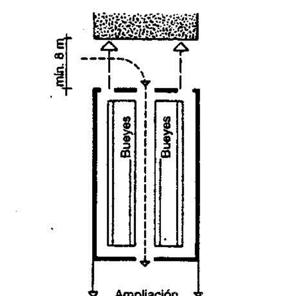
❻ Fertilización de heces sólidas, incluida fosa de líquidos



❼ Almacén de heces sólidas rehundido, con fosa lateral de líquidos



❽ Almacén de heces sólidas situado en un testero, fertilizadora dividida



❾ Almacén de heces sólidas situado en un testero, entrada lateral al establo

EVACUACIÓN DE AGUAS Y SÓLIDOS

Las heces líquidas y sólidas que expelen los animales dependen del tipo de animal, su peso (expresado en unidades de cabezas de ganado, 1 CG = 500 kg de peso), y del tipo y composición de la comida y bebida. No se puede fijar con exactitud el contenido de la alimentación, pues las raciones varían, por lo general, a lo largo del año. Solo se pueden dar valores promedio → ❿ – ⓫.

Heces sólidas. Dado un suministro normal de forraje de 1,5-2 kg de paja por CG y día, y una altura de amontonamiento del estiércol sólido de 2-2,5 m, resulta que en el estercolero se necesita una superficie de 0,5 m²/CG al mes. En la fosa del estiércol, junto a las heces y la orina se recoge también el agua de limpieza y buena parte del agua de lluvia que cae encima. Si se supone que se evapora 1/3 del agua de lluvia y que el estercolero tiene 3 m² de base por cada CG (seis meses de almacenaje), resulta un volumen de estiércol de 0,64 m³/CG al mes.

Heces líquidas (orines). Se recogen las heces, la orina y el agua de lluvia. Si la orina se recoge en fosas cerradas, no se añade agua de lluvia; en las fosas abiertas, para prever el agua de lluvia, basta que el perímetro supere en 20-30 cm la cota superior de la orina. Al evaporarse el agua de lluvia y parte de las heces líquidas se vuelve a aumentar la capacidad de la fosa. En la cría de ganado lechero se producen 1,4 m³/CG × mes de orina. En el engorde de toros, con alimentación de maíz almacenado en silos, la producción de orina se reduce hasta 1 m³/CG × mes.

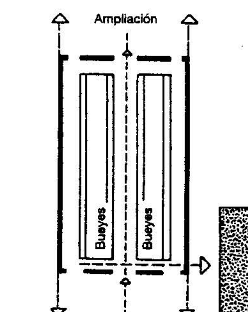
Tipo de animal	Heces sólidas dt/CG mes	m³/CG mes	Orina m³/CG mes	Nutrientes contenidos en las heces sólidas N kg/CG/mes	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
Caballo	7,5	1	0,1	4,5	2,1	4	1,8	1,05
Ganado vacuno								
Vacas establo de amarre	9	1,2	0,6	4,5	2,3	5,9	1,8	1,8
Engorde de bueyes								
Establo de amarre	9	1,2	0,6					
Engorde de bueyes-forraje intenso	15	2				1)		
Oveja	6,5	0,9	1)	5,2	1,5	4,4	2,1	1,2
Cerdo	5	0,6	0,6	2,8	3,8	2,5	2	1
Cerdo-forraje intenso	10	1,2	1)					
Gallinas ponedoras (heces secas en el suelo 80 %)	4,6	0,4		16,3	21,4	11,2	55,8	
Gallinas de ponedoras (heces secas en el suelo 78 %)	5,5	0,7		14,3	18,7	10,5		
Gallinas de engorde (heces secas en el suelo)	5,9	0,8						
Conejos (heces secas)	3,3	0,4		1,7	1,5	4		2,1

1) Dependiendo del forraje

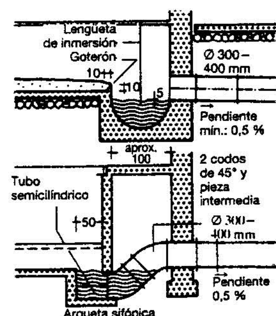
❿ Producción de heces y composición

Tipo de animal	Heces líquidas m³/CG/mes	Cont. prod. hum. %	Nutrientes N kg/m³	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	N kg/GV/mes	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
Ganado vacuno	1,4	10	4	2	6	2	1	5,6	2,8	8,4	2,8	1,5
Cerdos	1,4	7	6	4	3	3	1	8,4	5,6	4,2	4,2	1,4
Gallinas ponedoras	1,9	15	8	8	5	15	2	15,2	15,2	9,5	28,5	3,8

⓫ Producción de heces líquidas y composición



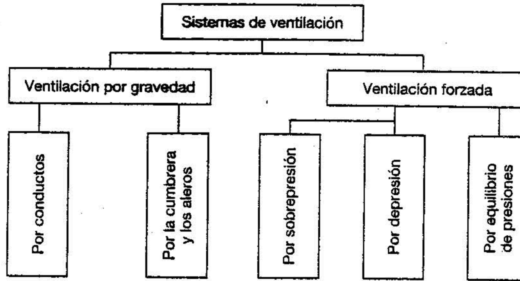
⓬ Almacén de heces sólidas, situado a un lado



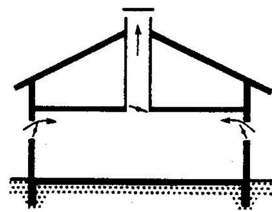
⓭ Cierres estancos al gas para fosas de orina o canales de recogida de estiércol líquido

CONDICIONES CLIMÁTICAS EN LOS ESTABLOS

Las condiciones climáticas en los establos tienen, junto a la alimentación y al método de cría, una influencia decisiva en el rendimiento y en la salud de los animales. Por condiciones climáticas en un establo se entiende la influencia conjunta de factores como: temperatura, humedad del aire, movimiento del aire, composición del aire, iluminación, ventilación, superficie acristalada, volumen del establo, orientación solar y aislamiento térmico del cerramiento. Velocidad de entrada del aire, según la anchura del establo, entre 2-5 m/s. Los sistemas de ventilación se dividen en ventilación por gravedad y ventilación mecánica → ❷ - ❼.

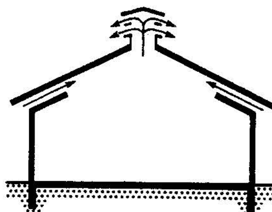


❶ Sistema de ventilación



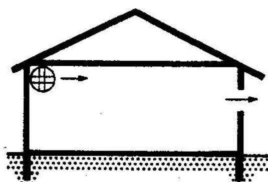
Se necesita un conducto de al menos 5 m de longitud, solo funciona sin coste energético cuando la temperatura exterior es baja.

❷ Ventilación a través de conductos



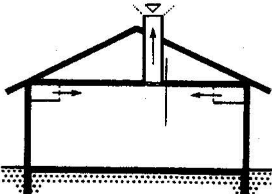
Requisito: cubierta = tejado: dificultades cuando se dan inversiones térmicas, la entrada de aire debe ser regulable.

❸ Ventilación a través de la cumbrera y los aleros



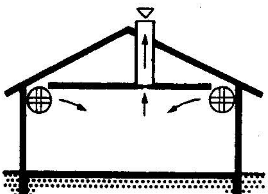
Problemas cuando sopla viento, no hay extracción dirigida, se puede combinar bien con el sistema de calefacción; consumo de energía:105-125 kWh/CG y año

❹ Ventilación por sobrepresión



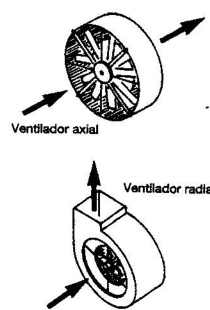
Instalación sencilla, extracción dirigida (protección del medio ambiente), difícil combinación con la calefacción; consumo de energía: 98-105 kWh/CG y año

❺ Ventilación por depresión

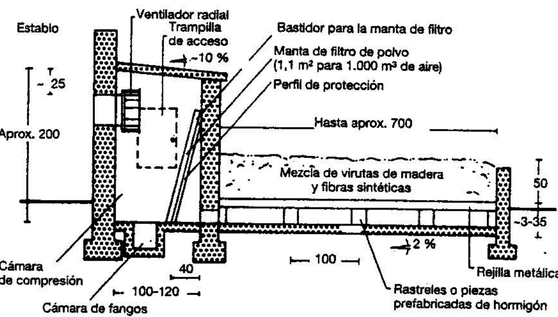


Instalación compleja, distribución segura del aire, funcionamiento independiente del todo de las condiciones climáticas, combinación sencilla con calefacción; elevados costes (de 1,5 a 2 veces costes de un sistema de ventilación por depresión); consumo energía: aprox. 205 kWh/CG y año.

❻ Ventilación por equilibrio de presión



❼ Tipos de ventiladores



❽ Instalación de filtrado en el suelo (según Zeisig)

Temperatura del aire en °C		Velocidad recomendada del aire m/s
Menos de	18	0,15
	20	0,2
Más de	22	0,24
	24	0,35
	26	0,5

❾ Velocidad del aire recomendada en función de la temperatura

	para anim. l/m³	*) valor-CT
Ácido carbónico	3,5	5
Amoníaco	0,05	0,05
Ácido sulfhídrico	0,01	0,01

*) Máxima concentración en puestos trabajo

❿ Concentración admisible de gases en el aire del establo

El diseño debería basarse, al igual que en la ventilación forzada, en el cálculo del tamaño de las aberturas de impulsión y extracción. Se han de calcular para las renovaciones de aire en verano, según lo prescrito en la norma DIN 18910, y para el caso de calma absoluta empleando las siguientes fórmulas:1

$$w = \frac{g \cdot H \cdot \Delta t/T_1}{1 + F_2/F_1} \text{ (m/s)} \qquad F_1 = \frac{Vl}{3600 \cdot w} \text{ (m}^2\text{)}$$

w = velocidad de extracción en la cumbrera en m/s
g = aceleración de la gravedad (9,81 m/s-²)
H = altura de la cumbrera desde el pavimento del establo (en m)
T^1 = temperatura exterior en °K (± 273 °C)
Δt = diferencia de temperatura entre el aire interior y exterior en °K
Vl = renovaciones del aire en verano según DIN 18910, en m³/h
F_1 = superficie de impulsión de aire en m²
F_2 = superficie de extracción de aire en m²
(para simplificar al cálculo, se puede considerar que $F_1/F_2) = 1$

Establo para:	Condiciones óptimas para los animales		Valores de cálculo recomend. en invierno	
	Temp. del aire °C	Humedad relativa del aire %	Temp. del aire °C	Humedad relativa del aire %
Vacas lecheras, terneros de cría, bueyes de cría, cría de ganado joven	0-20	60-80	10	80
Engorde de ganado joven, y de bueyes	20-18*	60-80	16	80
Engorde de terneros	20-16*	60-80	18	70
Cochinillos jóvenes, verracos	5-15	60-80	12	80
Cerdos de engorde	20-19*	60-80	17	80
Cerdos y cochinillos: Cerdos	12-16	60-80		
Cochinillos al nacer (con una zona calefactada)	30-32	40-60		
Cochinillos de hasta 6 sem.	20-22	60-70		
Cochinillos, engorde previo hasta 30 kg	22-18*	60-80	20	60
Cría en jaulas desde 5 kg hasta unos 20 kg (de la 2ª a la 8ª semana)	26-22*	40-60	26	60
Pollitos con una zona calefactada, disminuyendo la temperatura 3 grados cada semana	32-18*	60-70	26	60
Gallinas ponedoras	15-22	60-80	18	70
Pavos con zona calefactada, disminuyendo la temperatura 3 grados cada semana	36-18*	60-80	22	60
Pavos de engorde desde 7ª semana	19-10*	60-80	16	80
Patos	30-10*	60-80	20	60
Caballos	10-15	60-80	12	80
Caballos de montar, Caballos de carreras	15-17	60-80	16	80
Ovejas de cría	6-14	60-80	10	80
Ovejas de engorde	16-14*	60-80	16	80

*) al crecer los animales, la temperatura del aire debe ir disminuyendo del valor máximo hacia el mínimo

⓫ Temperatura del aire y humedad relativa del aire en diferentes establos

Ganadería

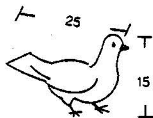
GRANJAS

Generalidades
Superficies necesarias
Máquinas y aperos
Almacenaje de piensos
Evacuación de aguas y sólidos
Condiciones climáticas en los establos

GANADERÍA

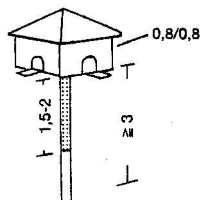
ESTABLOS PARA GANADO MENOR

Los corrales para aves se han de proyectar y construir cuidadosamente para que su rendimiento sea óptimo. Han de ser limpios, bien ventilados, sin corrientes de aire, secos, con buen aislamiento térmico y a resguardo de las inclemencias climatológicas. Se debe prever la extracción de excrementos y aguas sucias. La superficie de ventanas ha de equivaler como máximo a 1/10 de la superficie en planta del local. Actualmente se prefieren construcciones de madera con aislamiento térmico. Deben disponer de locales auxiliares para preparar el pienso y de almacenaje. La forma del gallinero se ha de adaptar a la orientación respecto al sol, las ventanas a sur y la puerta a este. Los ponederos se deben situar en el lugar más oscuro. El gallinero se subdividirá en un espacio con paja en el suelo y otro con barras para dormir, bajo las cuales se debe disponer una chapa metálica para limpieza y el estercolero con un buen desagüe → ⑩. El corral exterior debe ser amplio y disponer de una superficie con hierba, algún árbol para dar sombra, un estercolero y una piscina de arena → ⑪. El número de gallinas depende del tamaño del gallinero y de la superficie del corral. Dado un corral suficientemente grande, el número de gallinas por m² de corral puede ser de 5. Si el corral es menor a 4 veces la superficie del gallinero, solo puede albergar 1 gallina por cada m² de corral. Reservar suficiente espacio para contenedores de pienso y de agua.



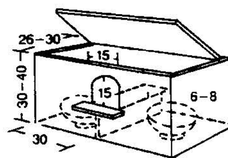
Superficie del palomar por pareja 0,15-0,2 m²,
Las palomas de raza necesitan más espacio:
1 par de palomas mensajeras 0,5 m³
1 par de palomas de raza 1 m³
15-20 parejas de palomas de raza en un palomar, 20-50 parejas de palomas normales en un palomar

① Palomas



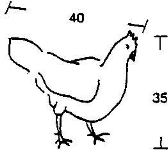
A 3-4 m de altura, encima de postes de 1,5 a 2 m de altura, protegidos con tela metálica frente a los animales de rapiña; o en forma de palomar adosado en la fachada este o sur de la casa

② Palomar



Cada pareja debe disponer de 2 nidos en el suelo del palomar o en estantes especiales. Comederos en cajas de madera con pequeñas aberturas y bebederos de sifón

③ Nido, modelo Fulton



Gallinero para 5 gallinas	≥ 3 m²
Gallinero para 10 gallinas	≥ 5 m²
Gallinero para 20 gallinas	≥ 10 m²

Barras de gallinero para 5-6 gallinas pequeñas o 4-5 gallinas grandes = 1 ml de barra = 10-12 gallinas por m²

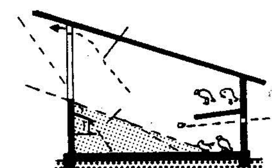
④ Gallina (gallos de raza Orpington)

En los corrales de cría de razas, los nidos ponederos se construyen con una trampilla formada por una compuerta sujeta simplemente con un gancho por uno de sus lados → ⑩ o por dos hojas articuladas → ⑪. Cuando la gallina llega al nido, la compuerta se levanta y luego se cierra detrás suyo

⑤ Ponedero abierto

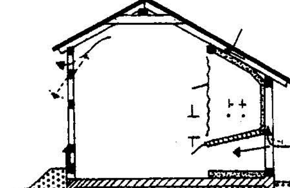
Los nidos ponederos se colocan en el suelo y se pueden superponer hasta 3 unidades una encima de la otra. Dimensiones inferiores: de 35 × 35 hasta 40 × 40 cm de superficie y 35 cm de altura libre. 1 nido ponedero con trampilla cada 3-4 gallinas

⑥ Nido ponedero con trampilla



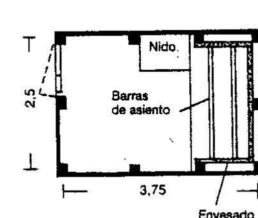
Ventilación sin corriente, nidos ponederos en la zona de sombra. Clapetas de ventilación cerrables, soleado.
La zona de estar puede adaptarse a la temperatura exterior, pero la zona para dormir ha de ser caliente, por ello a menudo se separa con una cortina y se aísla especialmente contra el frío

⑦ Gallinero según Peseda



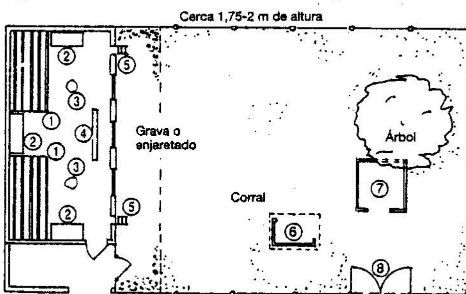
Gallinero para 20 gallinas con un nicho para dormir separado con aislamiento térmico, suelo de plancha inclinado y ventilación por la pared.
Portillo de salida de 18 × 20 a 20 × 30 cm, protegido frente a corrientes de aire con tablas laterales y compuerta de cierre

⑧ Sección → ⑨



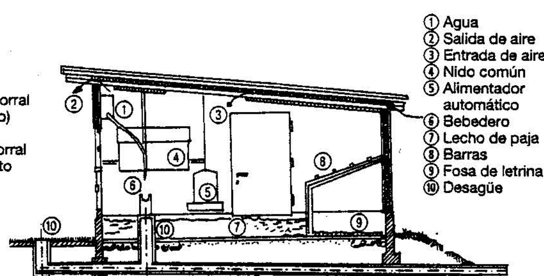
Barras de asiento, según el tamaño de las gallinas, de 4 a 7 cm de anchura, de 5 a 6 cm de altura y 3,5 m de longitud entre apoyos, fácilmente extraíble. 1 ml de barra: 5 o 6 gallinas Arq.: W. Cords

⑨ Planta → ⑧



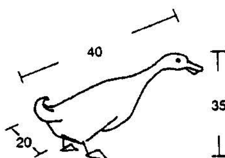
① Barras de asiento encima de la letrina
② Nidos comunes
③ Contenedor de pienso
④ Bebedero
⑤ Compuerta de salida al corral
⑥ Piscina de arena (cubierto)
⑦ Estercolero
⑧ Puerta para acceder al corral
⑨ Protección contra el viento

⑩ Corral para gallinas y gallinero → ⑪



① Agua
② Salida de aire
③ Entrada de aire
④ Nido común
⑤ Alimentador automático
⑥ Bebedero
⑦ Lecho de paja
⑧ Barras
⑨ Fosa de letrina
⑩ Desagüe
⑪ Tubería de desagüe Ø 15 cm, pendiente ≥ 2 %

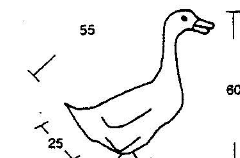
⑪ Sección corral → ⑩



Superficie de cobertizo (4-5 patos)	1 m²,
Altura	1,7-2 m.

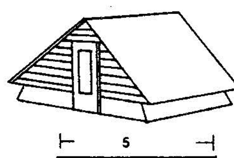
Máxima ocupación por corral = 1 macho y 20 hembras. Suelo macizo, sin ratas, seco y ventilado. Con salida al agua, a ser posible en un terreno pantanoso.

⑫ Pato (Pekín)

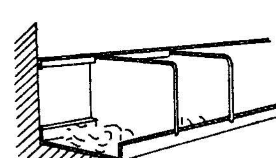


Las dimensiones son las mismas que para los patos; para el engorde los animales se albergan en espacios suficientemente grandes o en celdas individuales de 40 cm de longitud y 30 cm de anchura, con desagüe de letrina y alimentador de pienso delante de la celda.

⑬ Ganso (Pomerania)



⑭ Planta del cobertizo



Tamaño del nido, 40/40 cm
En los corrales de cría, nidos ponederos iguales a los de las gallinas.
Por cada pato = 1 nido
→ ⑭

⑮ Ponederos para 4-5 patos

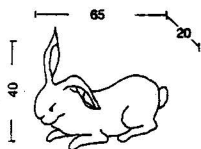
ESTABLOS PARA GANADO MENOR

Cría doméstica

Las **conejeras** → ❷ - ❹ suelen colocarse junto a una pared a resguardo del viento. Se pueden superponer hasta tres jaulas una encima de otra → ❸. Deben estar protegidas de ratas y ratones, ser fáciles de limpiar y disponer de desagües para los orines → ❷.

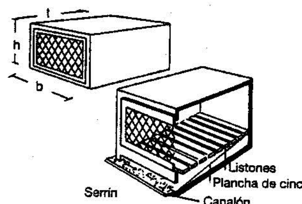
La cría de conejos de engorde y conejos para carne → ❺ - ❻ debe efectuarse en espacios cerrados con elevados requisitos en la construcción y las condiciones ambientales. Las crías de conejo reaccionan con mayor sensibilidad que los cochinillos o los polluelos a las condiciones climatológicas, por tanto, los conejares deben estar aislados térmicamente. El volumen óptimo del conejar está entre 4,5 y 5,5 m³ por coneja, incluida la cría, que debe estar a oscuras. Temperatura en el lugar de cría: 10-18 °C, óptimo 18 °C, en el conejar de engorde es deseable una temperatura de unos 20 °C.

Los **apriscos caprinos** deben orientarse preferentemente entre el este y el sur, ser secos, disponer de buena ventilación e iluminación, superficie de ventanas: 1/5-1/20 de la superficie en planta del establo. En los establos masivos (lineales) con el ganado amarrado se necesita una anchura de 75-80 cm por animal y una profundidad de 1,5-2 m, además del espacio necesario para pasillos delante y detrás de las plazas. Situar el corral o redil adosado al establo y preferentemente en la fachada sur.



Superficie por animal 0,65-1 m².
Aire fresco, seco, protección contra los rayos solares, protección contra las ratas, jaulas generalmente de madera, suelo con desagüe → ❷, pendiente 5 %

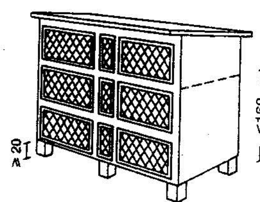
❶ Conejo (raza belga gigante)



	b	t	n
Razas pequeñas	80	80	55
Razas medianas	100	80	65
Razas grandes	120	80	75

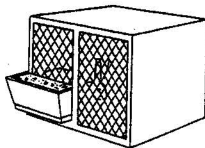
La profundidad es siempre la misma; conviene que sean fácilmente subdivisibles

❷ Dimensiones de las jaulas para conejos (en cm)



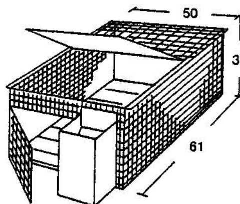
Para las razas pequeñas superposiciones de 3 unidades, para las razas mayores 2 unidades, con el límite de altura anotado (longitud ilimitada), suelo de listones → ❷ con desagüe por debajo y canal colector de orina

❸ Jaulas apilables para conejos



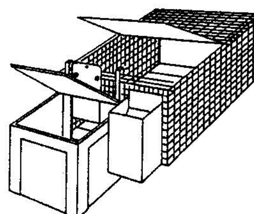
Delante de la jaula o entre dos jaulas abiertas a ambos lados → ❸.
Pared anterior de tela metálica galvanizada.
Jaulas para conejos con tela oscura y una tabla de cama a 10 cm de altura

❹ Comederos en la jaula



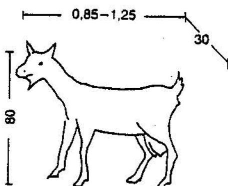
La jaula está realizada con alambre galvanizado.
Tamaño de malla: 25/25 mm o 12/70 mm

❺ Jaula de tela metálica con dispensador automático de pienso



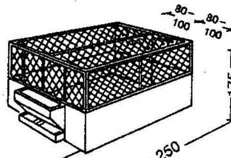
Cajas nido para los animales jóvenes de madera o poliuretano (PUR); suelo del nido al menos 70 mm por debajo del nivel inferior de la jaula

❻ Jaula de cría con caja de nido y dispensador automático de pienso



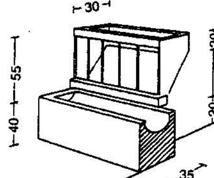
Superficie de aprisco por animal	1,5-2 m²
Anchura por animal	0,75-0,8 m
Longitud (animales atados)	1,8 m
Longitud (animales sueltos)	2,5-2,8 m
Altura del aprisco	1,9-2,2 m
Temperatura en el aprisco	10-20°

❼ Cabras (raza alemana Saanen)



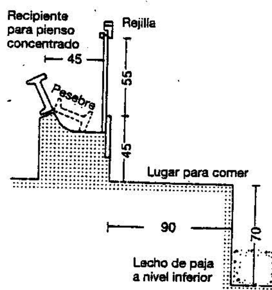
Encima del pesebre, tela metálica.
Ladrillos planos con pendiente en el suelo, canal de recogida de orina, superficie ventanas = 1/10 de superficie en planta.
Ventanas a espaldas de los pesebres

❽ Moderno box para cabras, con pesebre y abrevadero cada dos boxes

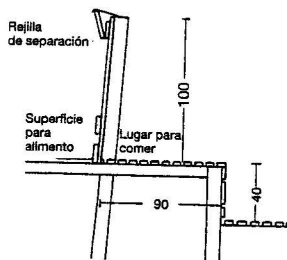


Dimensiones normales del pesebre y del abrevadero en el pasillo de alimentación (transversales).
Necesidades diarias por cabra: 1-2 kg de paja; 2-3 kg de cereales triturados

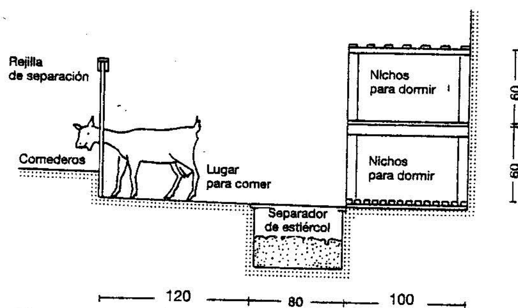
❾ Pesebre y abrevadero para apriscos de cabras



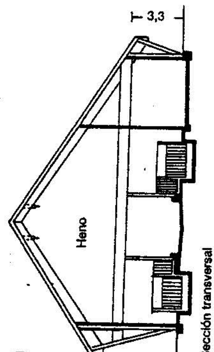
❿ Aprisco lineal de dos espacios

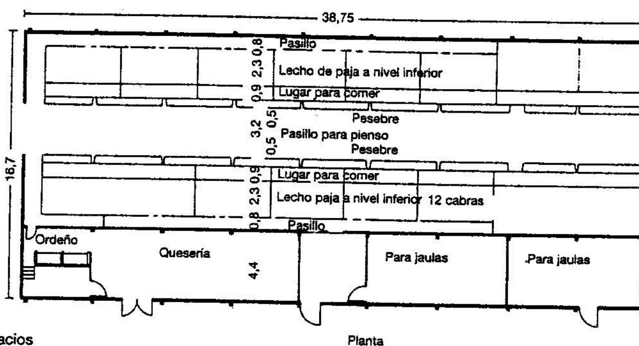


⓫ Aprisco lineal con suelo de rejilla



⓬ Aprisco lineal de varios espacios y nichos para dormir adosados a una pared





⓭ Aprisco lineal de dos espacios

Verano	5 kg de hierba/día, 0,5 kg de heno y 6 kg de alfalfa
Invierno	1 kg/heno/día agua: 2-3 l/animal/día

Espacio necesario	Corral lineal m²	Perchas pesebre cm	Aprisco de animales atados Alt. libre	Anch.	Prof.
Corderos	0,7	20	-		
Animales jóvenes	1,2	30-40	50	50	40
Cabras	1,5	40-50	80	50-70	40
Machos cabríos	2,2-4	80	80	60	50

Ventanas 1/15-1/20 de la superficie del establo
Altura del establo > 2,5 m
Abrevadero: 1 cada 30 animales; 0,4 kg de paja/día
1,5 dt/año/cabra. Volumen estiércol 7-15 dt/cabra

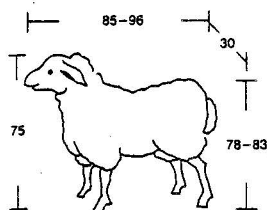
⓮ Mantenimiento de cabras

Ganadería

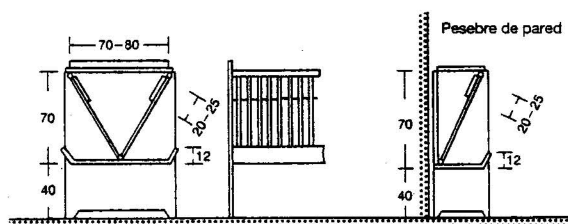
GANADERÍA

Establos para ganado menor
Establos para ganado ovino
Avicultura
Ganado porcino
Ganado bovino de leche
Ganado bovino de carne
Caballerizas

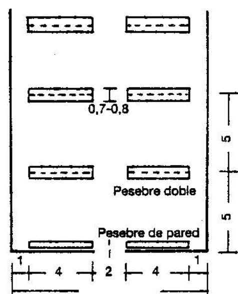
ESTABLOS PARA GANADO OVINO



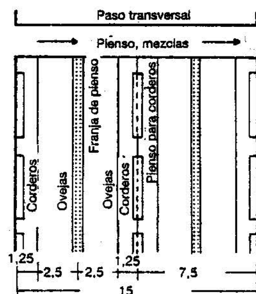
❶ Oveja



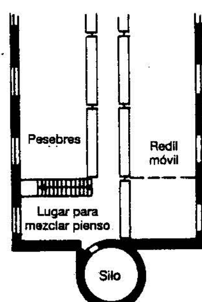
❷ Percha y pesebre movible



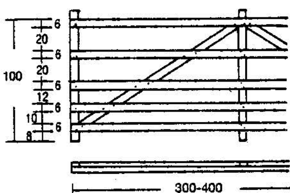
❸ Aprisco sin paso para provisión de pienso



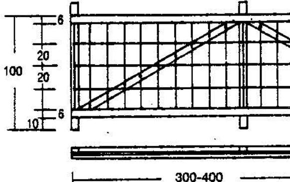
❹ Aprisco con paso transversal; 15 m de anchura bastan para grupos de madres con corderos



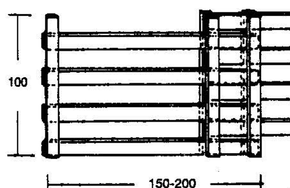
❺ Buena ordenación del silo y del lugar para mezclar el pienso en un aprisco



❻ Valla para subdividir apriscos, tablas de madera 40/60 mm



❼ Valla para subdividir apriscos, tablas de madera y malla de alambre



❽ Valla extensible de tablas de madera

Espacio necesario para lechos, comederos y superficie libre

Animal	Superficie libre y para dormir por animal en m²	Superficie necesaria para comer por animal en m²
Ovejas hasta 70 kg	0,85	0,4
Ovejas de más de 70 kg	1	0,45
Ovejas con corderos lactantes	1,2 hasta 1,6	0,6
Cordero hasta 8 semanas	0,3 hasta 0,4	0,15
Carnero de engorde	0,4 hasta 0,5	0,2
Añojo (hasta 1 año)	0,7 hasta 0,8	0,3
Morueco en recinto individual	3 hasta 4	0,5
Morueco en recinto colectivo	1,5 hasta 2	0,5

Medidas y pesos de las razas más importantes de ovejas

Ovejas merinas Ovejas de cabeza negra	Peso	Altura de la cruz	Longitud del pesebre
Morueco	120 hasta 130 kg	0,83 m	0,96 m
Oveja	70 hasta 80 kg 65 hasta 75 kg	0,78 m	0,85 m

Superficie útil necesaria para la cría en grupo sobre suelos completamente perforados

Animal	m²/animal
Oveja	0,8
Oveja con cordero lactante	1,2
Oveja de engorde	0,5
Carnero	0,6
Morueco	1,5

Valores climáticos óptimos en el aprisco (según Burgkart)

Zona para:	Temperatura en °C	Humedad relativa del aire en %
... ovejas	8 hasta 10	60 hasta 75
... ablactación y engorde	10 hasta 14	60 hasta 75
... crianza	14 hasta 16	60 hasta 70

Espacio necesario de amontonamiento por oveja (incluida la crianza) y los períodos de inverne

Material	Espacio necesario
Heno (alimentación exclusivamente con heno)	3,3 m³
Heno (alimentación con heno y silaje)	1 m³
Silaje	1 m³
Paja (incluido un suplemento de espacio vacío del 30 %)	1,5 m³
Pienso (incluido un suplemento de espacio vacío del 120 %)	0,2 m³

❾ Apriscos

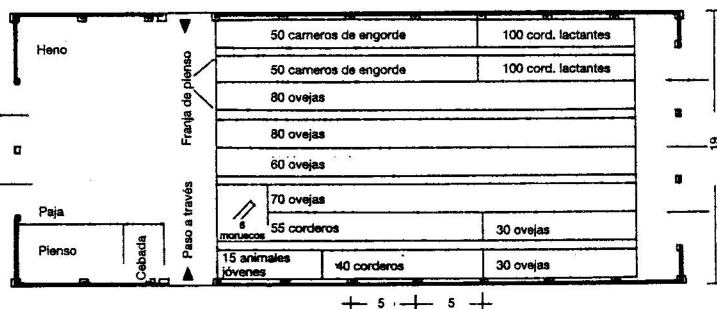
Los apriscos deben orientarse de este a oeste. Las dimensiones para la cría individual son las mismas que las de los apriscos caprinos → pág. 462; la cría en rebaño requiere grandes establos aislados, con posibilidades de estabulación para diferentes estaciones del año (invierno, primavera, durante la época de lactancia y después) separados por edades y sexo.

Los apriscos para rebaños se construyen con el pavimento a 50-60 cm por debajo del terreno y el umbral de la puerta a 20 cm por encima del terreno. La diferencia de altura de 60-80 cm se compensa con estiércol, que se saca cada 3-4 meses. Por ello, las perchas de los pesebres, deber poder ser colocadas a diferentes alturas; pueden ser circulares Ø 2,2 m o lineales, en cuyo caso basta con 3,4 m lineales para 25-30 ovejas. Separación entre los pesebres: 2,3 m y desde la pared: 1,8 m. Las puertas estarán orientadas a sur y partidas a media altura. Anchura puerta ≥ 2,5 m, altura puerta ≥ 2,8 m, para poder sacar el estiércol en carros. Así, la altura del aprisco es de 3,3-3,5 m. La superficie de ventanas entre 1/20 y 1/25 de la superficie en planta del aprisco; deben ser altas y de hojas basculantes. Todos los elementos constructivos irán protegidos de la corrosión debida a las sales del estiércol hasta 15-20 cm por encima de la altura máxima de este.

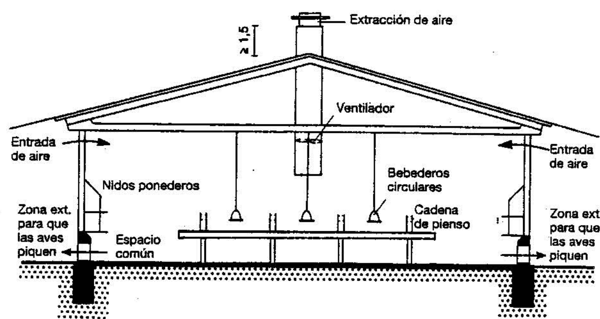
Lugar para mezclar el pienso: 1/10-1/15 de la superficie destinada al ganado.

Espacio necesario para heno y paja: 3 m³/oveja. Para rebaños pequeños prever un almacén de nabos ≥ 6 m².

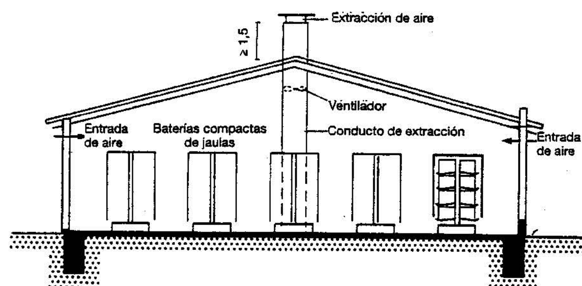
Sección de un aprisco con el suelo al mismo nivel y franjas de pienso
19
2,8
4,2



❿ Apriscos para 350 ovejas, 110 corderos, 200 lactantes y 100 carneros de engorde



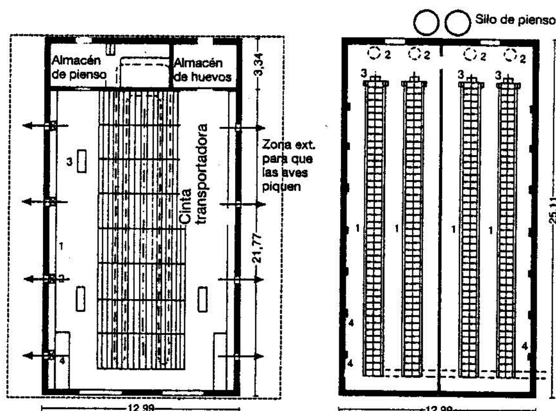
❶ Cría de gallinas ponedoras en el suelo



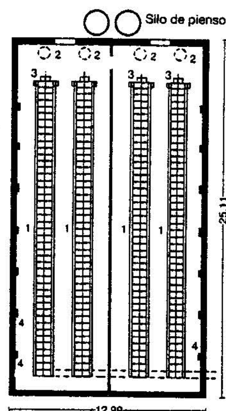
❷ Gallinero para ponedoras con baterías y sótano para heces

Superficie mínima	2,5 m²
Superficie/animal	mín. 800 cm²/animal, 900 cm² en animales de un peso mayor de 2 kg
Altura de las instalaciones de cría	mín. 60 cm (lado comedero), en ningún punto menos de 50 cm
Distribución de las instalaciones de cría	mín. 90 cm anchura de pasillo entre las filas, separación del suelo mín. 35 cm
Superficie para cama	mín. 900 cm² para grupos de hasta diez aves, en grupos de más de 30 animales se debe aumentar la cama en 90 cm² por cada animal adicional
Comedero	mín. 12 cm²/animal, 14,5 cm² en animales de un peso mayor de 2,5 kg
Aseladeros	mín. 15 cm/animal, mín. dos perchas en alturas diferentes por unidad de cría
Iluminación	en edificios de nueva planta, 3 % de la superficie en planta

❸ Exigencias para la cría de gallinas ponedoras en grupos pequeños según la Ordenanza alemana sobre el bienestar animal 2008-08 [01]



❹ Cría de gallinas ponedoras en el suelo; para 1.600 gallinas



❺ Cría en batería con 3 niveles de jaulas, para aprox. 4.800 gallinas

Las exigencias legales para la cría de gallinas ponedoras están reguladas en la **Ley Alemana de protección animal** al igual que en la **Ordenanza alemana sobre el bienestar animal** (22 de agosto de 2006). La Ordenanza contiene disposiciones generales para la cría, la alimentación y el cuidado de animales de explotación válidas para todo tipo de explotación animal, al igual que disposiciones especiales para la cría de gallinas ponedoras con fines económicos:

Para la cría de gallinas ponedoras se permiten los sistemas de cría sobre el suelo → ❶ en uno o más niveles, con o sin corral al aire libre, y la cría en grupos pequeños → ❷ en gallineros con zona de yacija, nidales y aseladeros.

Para la cría campera es de especial importancia un corral al aire libre (zona para escarbar exterior, separada del gallinero y cubierta con solera constructiva) entre el edificio del gallinero y el terreno libre.

Densidad de población	máx. 9 gallinas/m² superficie útil, en el caso de cría en el suelo sobre múltiples niveles, máx. 18 animales/m² superficie en planta del gallinero
Niveles	máx. cuatro niveles apilados, formando el suelo del gallinero el primer nivel
Tamaño del grupo	sin separación espacial, máx. 6.000 animales
Alimentación	Comedero lineal: mín. 10 cm de espacio/animal Comedero de plato: mín. 4 cm de espacio/animal
Bebedero	Bebederos lineales y de plato: 2,5 cm/mín. 1 cm espacio/animal Bebederos de tetina o niple/de campana: mín. dos bebederos/hasta diez animales y otro más por cada diez animales más
Nidales	Nidal de grupo: mín. 1 m² para máx. 120 animales Nido individual: máx. siete animales/nido (135 × 25 cm)
Aseladeros	mín. 15 cm/animal, separación horizontal de los aseladeros 30 cm, distancia hasta la pared 20 cm
Zona de yacija o cama	mín. una tercera parte de la superficie del corral y mín. 250 cm²/animal
Gallinero abierto con espacio para escarbar	para todos los sistemas de cría con acceso a un terreno al aire libre (si no hay inconvenientes tecnicoconstructivos ni otras razones legales en contra)
Huecos de acceso al corral abierto	mín. 35 cm altura/40 cm anchura, mín. 1 m/500 animales, repartidos homogéneamente a lo largo del paramento exterior
Iluminación	en edificios de nueva planta 3 % de la superficie en planta

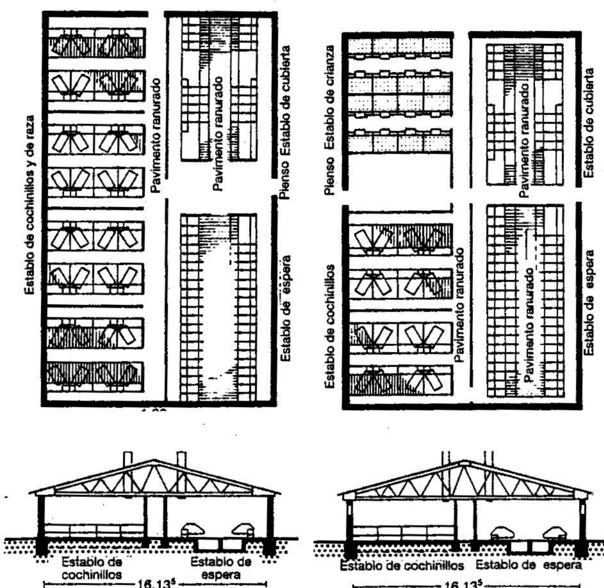
❻ Exigencias para la cría de gallinas ponedoras en el suelo según la Ordenanza alemana sobre el bienestar animal 2008-08 [01]

Todas las instalaciones de cría deben tener una **superficie mínima** de 2,5 m² y estar equipadas de tal manera que las gallinas puedan moverse adecuadamente según sus necesidades, y picar, beber, descansar y revolcarse en la arena. La **iluminación** debe permitir que los animales puedan distinguirse unos de los otros y que las personas encargadas de la alimentación puedan observarlos. El suelo debe permitir un buen agarre de los animales y el acceso a **comederos y bebederos** de tamaño suficiente y distribuidos por la superficie. Durante la temporada de puesta, las instalaciones deben contar con nidos de libre acceso con suelos que hagan que los animales no estén en contacto con las rejas. Además debe disponerse una **zona con yacija**, que permita a las gallinas **picar, escarbar y revolcarse en la arena.** A las gallinas ponedoras de un grupo se les ha de prestar la posibilidad de descansar todas al mismo tiempo sobre **aseladeros.**

Tablas y texto de: DLG e. V. (ed.), *Legenhennenhaltung* [02]

Ley alemana de protección animal
Ordenanza alemana sobre el bienestar de los animales en las granjas
Reglamento de la UE sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos

GANADO PORCINO



❶ Establos para cría de cerdos con y sin pasillo para alimentación (representación gráfica del funcionamiento)

	Superficie del establo m² (neta)	Superficie exterior m² (neta) terreno exterior sin superficies de pasto
Cerdas en lactación con lechones de hasta 40 días	7,5	2,5
Cerdos de producción	0,8 (hasta 50 kg de peso vivo) 1,1 (hasta 85 kg de peso vivo) 1,3 (hasta 110 kg de peso vivo)	0,6 (hasta 50 kg de peso vivo) 0,8 (hasta 85 kg de peso vivo) 1 (hasta 110 kg de peso vivo)
Cochinillos de más de 30 días de edad y hasta 30 kg de peso	0,6	0,4
Cerdos para cría	2,5 cerda para cría 6 verraco	1,9 cerda para cría 8 verraco

❷ Exigencias a los locales de estabulación para cerdos según el Reglamento de la UE sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos 2092/91, anexo VIII [03]

	Superficie libre de suelo m²
Cerdas jóvenes	1,85 (tamaño del grupo de hasta 5 animales) 1,65 (tamaño del grupo 6-39 animales) 1,5 (tamaño del grupo > 40 animales)
Cerdas	2,5 (tamaño del grupo de hasta 5 animales) 2,25 (tamaño del grupo 6-39 animales) 2,05 (tamaño del grupo > 40 animales)
Cerdos de producción	0,5 (30-50 kg de peso vivo) 0,75 (50-110 kg de peso vivo) 1 (> 110 kg de peso vivo)
Cochinillos destetados	0,15 (> 5-10 kg de peso medio) 0,2 (> 10-20 kg de peso medio) 0,35 (> 20 kg de peso medio)

❸ Exigencias para la cría de cerdos según la Ordenanza alemana sobre el bienestar animal 2008-08 [1]

Las exigencias legales para la cría de cerdos están reguladas en la **Ley alemana de protección animal**, al igual que en la **Ordenanza alemana sobre el bienestar de los animales en las granjas** (22 de agosto de 2006).
La ordenanza contiene disposiciones generales sobre los **locales de estabulación** y la cría de cerdos:
Locales de estabulación (con la excepción de celdas de parto) tienen que construirse de modo que cada cerdo pueda **ver** a otros cerdos criados en el local.
Los cerdos tienen que poder **descansar, levantarse y acostarse libremente y moverse de modo natural.**
Deben disponer de una **zona de reposo convenientemente drenada.** Deben estar en el menor contacto posible con la orina y los excrementos.
Deben disponerse instalaciones adecuadas para **reducir la carga térmica** en caso de altas temperaturas en el establo.
En toda la zona de cría y en los pasillos, el **suelo** tiene que ser **no resbaladizo y firme.**
La ejecución técnica tiene que ser adecuada para el tamaño y el peso de los cerdos y no debe tener **huecos, rendijas o aberturas** que constituyan un riesgo de herida.

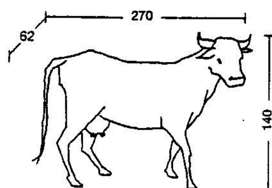
Si se utilizan **suelos emparrillados** serán las anchuras máximas de las aberturas 11 mm para lechones, 14 mm para cochinillos destetados, 18 mm para cerdos de producción, y 20 mm para cerdas jóvenes, cerdas y verracos. La anchura de las viguetas en la zona de cría tiene que ser como mínimo igual a la anchura de los huecos, si se utiliza un suelo emparrillado de hormigón será de un mínimo de 5 cm para lechones y cochinillos destetados y de 8 cm para los demás cerdos. Si se utiliza un suelo de reja metálica, las barras deben estar recubiertas y disponer de un diámetro total de 9 mm como mínimo, recubrimiento incluido.
El suelo del área de reposo tiene que realizarse de modo que se eviten daños para la salud de los cerdos debidos a una **extracción de calor** demasiado alta o baja. La **proporción de aberturas** en el suelo no debe exceder el 15 % (excepto en recintos para cochinillos destetados).
La **iluminación** tiene que efectuarse (en edificios de nueva planta posteriores al 4 de agosto de 2006) con **luz diurna natural.** La superficie de los huecos de luz tiene que corresponder como mínimo al **3 % de la superficie en planta del establo** y estar dispuestos de modo que se consiga una distribución homogénea de la luz. La superficie de los huecos de luz puede reducirse hasta el 1,5 % de la superficie en planta del establo por razones tecnico-constructivas, tipo de edificación o legales urbanísticas, si se garantiza una iluminación artificial que corresponda en lo posible a la luz diurna.

Además debe garantizarse que para cada animal tenga **materiales para olisquear** que no comprometan la salud y contribuyan al comportamiento natural de exploración y pueda ser manipulado y alterado por el cerdo. Cada cerdo debe tener acceso permanente a **una cantidad suficiente de agua de calidad**; en caso de cría en grupos deben disponerse suficientes bebederos separados de los comederos.

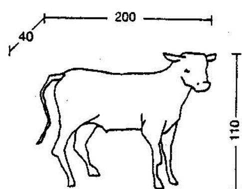
Además de las exigencias generales que contiene la ordenanza alemana sobre el bienestar animal, en la de las granjas hay más disposiciones especiales referentes a la cría y a los locales de estabulación para **lechones, cerdas jóvenes, cerdas y verracos** → ❸.

Si el ganadero pretende comercializar sus productos como ecológicos, debe cumplir además las exigencias del **Reglamento de la UE sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos** → ❷.

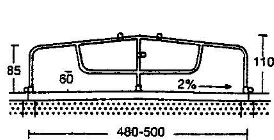
Ley alemana de protección animal
Ordenanza alemana sobre el bienestar de los animales en las granjas
Reglamento de la UE sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos

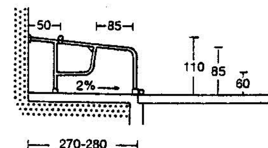


❶ Vaca

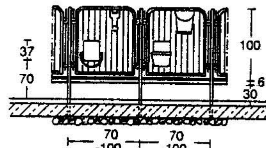


❷ Ganado joven en establos lineales





❸ *Boxes* para estar tumbados

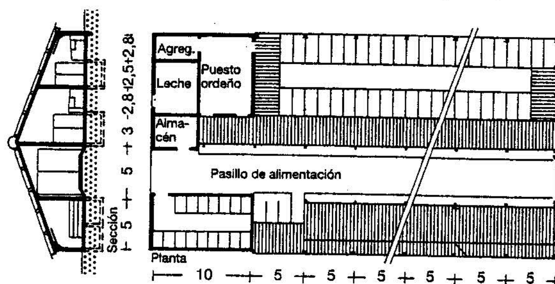


Bebedero 100 1,2–1,5 6 30 5%

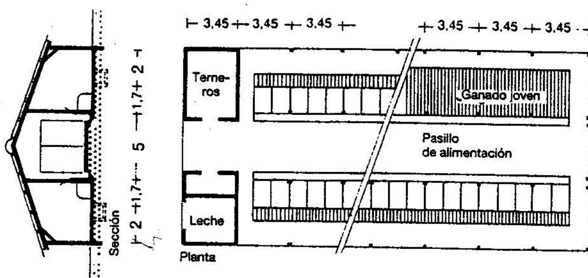
❹ Plaza individual para terneros (de 14 días hasta 10 semanas)

Terneros Agreg. Leche Puesto ordeño Pasillo de alimentación Sección Planta 5 5 5 5 5 5

❺ Establo lineal con 3 hileras de *boxes*, para vacas lecheras con ganado joven



❻ Establo lineal con 2 hileras de *boxes*, para vacas lecheras con ganado joven



❼ Establo de amarre con 3 hileras, para vacas lecheras con ganado joven

Las exigencias para la construcción de establos del programa de fomento especial acorde al **Programa alemán de fomento de inversión agraria** constituyen el estándar actual de condiciones de explotación de animales adaptadas para su bienestar; pueden considerarse exigencias mínimas que, en casos excepcionales y según las condiciones de la empresa, pueden cambiarse.
Las exigencias definidas para la ganadería ecológica en el Reglamento de la UE sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y las **recomendaciones** para vacas astadas apuntan a evoluciones futuras también para la ganadería de vacuno tradicional.

Dimensiones y diseño del cubículo

Las dimensiones de los cubículos tienen que orientarse en las medidas promedias del 25 % de los animales más grandes de un rebaño. Se calculan las medidas para vacas individuales de este modo:
Longitud tumbada: (0,92 × longitud del cuerpo en diagonal) + 21 cm
Longitud cubículo: longitud tumbada + 21 cm + (altura hasta la cruz × 0,56)
Anchura cubículo: altura hasta la cruz × 0,86

Tablas y texto de: LVVG (ed.), *Planungshilfen* Stallbau [04]

Criterio	Ganadería especialmente adaptada al animal	Reglamento de la UE sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos	Recomendaciones para vacas astadas
Superficie m² Establo Patio de ejercicio	5 por cada cabeza de ganado/ha[1]	6 por animal 4,5 por animal	9 por cada cabeza de ganado/ha[1] 12 por animal
Anchura cubículo cm	120 hasta 130		120
Longitud cubículo cm	240-250/ 270-280[2]		270-300[2]
Distancia al suelo de los separadores cm	60		
Anchura en comedero cm	75	80-90	
Anchura pasillo alimentación cm	> 350	450	
Anchura pasillo ejercicio cm	> 250	400	
Proporción animal/ plaza comedero	1:1 (1:2:1)[3]		1:1,1 hasta 1:1,2
Proporción animal/ cubículo	1:1		1:1,1 hasta 1:1,2
Superficie huecos de luz en % de la superficie en planta del establo	5		
Superficie de reposo en estabulación libre ≈/vaca	4,5		8[5]
Superficie de reposo en estabulación libre m			máx. 6
máx. anchura de aberturas en suelo cm			3
otros	Pasillo entre cada 12-15 cubículos	- Suelo reticulado en máx. 50 % de la superficie útil del establo - Cama de paja - Patio de ejercicio o pasto	

[1] superficie de reposo, ejercicio y alimentación
[2] con pasillo perimetral o central, cubículo profundo
[3] en alimentación diaria, es decir, racionamiento de pienso compuesto en el comedero lineal
[4] superficie de ejercicio a partir de un año de edad (superficie transitable en cualquier momento, 50 % de las superficie de cubículos)
[5] de esta se pueden considerar 3 m² como superficie de ejercicio

❽ Exigencias para la ganadería de vacas lecheras según normativa alemana 2008-06 [04]

Ley alemana de protección animal
Ordenanza alemana sobre el bienestar de los animales en las granjas
Programa alemán de fomento de inversión agraria AFP
Reglamento de la UE sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos

Ganadería

GANADERÍA

Establos para ganado menor
Establos para ganado ovino
Avicultura
Ganado porcino
Ganado bovino de leche
Ganado bovino de carne
Caballerizas

GANADO BOVINO DE CARNE

Los métodos de crianza en los establos de engorde pueden efectuarse en grupo o aisladamente → ❶. La estabulación individual exige un ajuste constante de la plaza al gran crecimiento corporal de los toros, se necesitan plazas de amarre diferentes por grupos de edades. Es preciso adoptar soluciones para la buena eliminación de la orina de la superficie para estar tumbados. La ventaja de la crianza individual es que se eliminan los problemas del mantenimiento de rebaños. La crianza en grupos (6-15 animales de la misma edad y peso) presupone que los animales ya se acostumbren unos a otros durante los primeros meses de vida.

Se ha de diferenciar entre establos hondos y planos, según la cantidad de paja que se emplee y el sistema de extracción del estiércol. En los establos hondos lineales toda la superficie del establo sirve para que permanezcan y se tumben los animales y está recubierta de paja. En los establos planos la superficie para tumbarse está separada del lugar para comer.

Establos de amarre para la cría individual. Se recomiendan los puestos cortos → ❷. Al proyectar establos de engorde de ganado vacuno, se han de crear las condiciones para trasladar animales aislados o en grupo sin peligro alguno. Los sistemas de ventilación recomendados son por depresión, por gravedad y diferencia de presión. Funcionamiento seguro en cubiertas con una pendiente de 20°. En los establos de engorde de ganado vacuno lo más habitual es el método de alimentación con silos de maíz.

Tipos de estabulación para toros de engorde
- Cría individual
  - Establo puestos amarre cortos y rejilla para orina
- Cría en grupo
  - Establo lineal recubierto paja
    - Establo lineal hondo
    - Establo lineal plano
  - Establo con suelo completamente ranurado
    - Corral estándar relación zona comer/tumbarse: 1:1
    - Corral estándar relación zona comer/tumbarse: 1:2, 1:3

❶ Tipos de estabulación para toros de engorde

Evolución peso	Long. puestos	Anchura puestos
hasta 300 kg	120 cm	70-80 cm
hasta 600 kg	140 cm	90-100 cm

❷ Plaza corta, sin paja, para toros de engorde

❸ Establo con el suelo elevado y completamente ranurado para toros de engorde con pasillo lateral

❹ Establo con el suelo elevado y completamente ranurado para 96 toros de engorde con cambios de establo, paso exterior

❺ Establo con el suelo completamente ranurado para 96 toros de engorde con cambios de establo, pasillo detrás de los establos

❻ Sección del establo para diferentes tipos de estabulación

	Silos de maíz kg/día	dt/año	Espacio necesario por año (m³)	kg/día	Heno (dt/año)	Espacio necesario por año (m³)
1ª fase de engorde 125-350 kg	12	43,8	6,15	0,5	1,8 (Balas de heno)	1,2
Última fase de engorde 350-550 kg	22	80,3	11,15			-

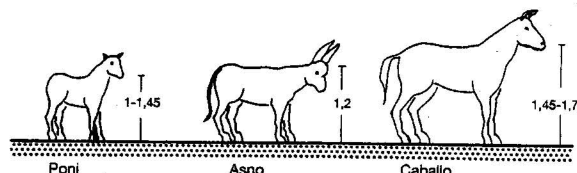
❼ Pienso necesario por animal en los establos de engorde de ganado vacuno

Peso kg	Sup. de establo necesaria por animal m²	Ancho del lugar para comer por animal cm	Medidas del pavimento ranurado Ancho recom. listones mm	Ancho recom. huecos mm
125-150	1,2	40		
150-220	1,4	45		
220-300	1,5	50	1,2	
300-400	1,8	57	hasta	35
400-500	2	63	1,6	
> 500	2,2	70		

❽ Espacio necesario y medidas del pavimento ranurado para los establos de engorde de ganado vacuno

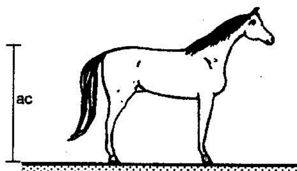
❾ Sección de un pesebre

❿ Sección de un pesebre



Todos los datos aportados están referidos a la altura de la cruz (ac)

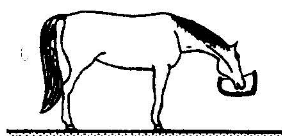
= caballos muy grandes = 1,8 m
= caballos medianos = 1,67 m
= ponis = 1,45 m



❶ Altura de la cruz

aprox. 1/3 ac

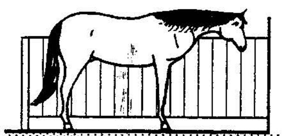
= caballos muy grandes aprox. 60 cm
= caballos medianos aprox. 55 cm
= ponis aprox. 50 cm
= ponis pequeños aprox. 30-40 cm



❷ Altura del fondo del comedero

aprox. 1,3 × ac

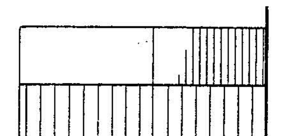
= caballos muy grandes aprox. 2,35 m
= caballos medianos aprox. 2,4 m
= ponis aprox. 1,95 m



❸ Altura de la pared de separación entre los *boxes* (parte superior enrejada, transparente)

aprox. 1,3 × ac

= caballos muy grandes aprox. 2,35 m
= caballos medianos aprox. 2,4 m
= ponis aprox. 1,95 m



❹ Altura de la pared de separación entre los *boxes* (parte superior enrejada, transparente)

mínimo = 1,45 × ac

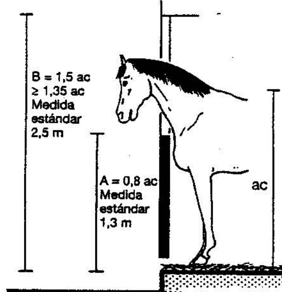
= caballos muy grandes aprox. 2,6 m
= caballos medianos aprox. 2,4 m
= ponis aprox. 2,2 m

Separar sementales y yeguas, tampoco alojarlos en *boxes* vecinos

❺ Altura de la pared de separación entre los *boxes* (cerrada hasta arriba del todo, emplear solo excepcionalmente)



❻ Dimensiones de las puertas exteriores de los *boxes*



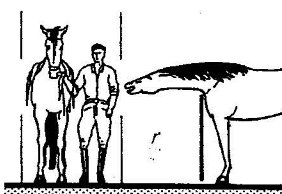
❼ → ❻ Sección

Anchura de pasajes

= caballos grandes aprox. 1,2 m
= ponis aprox 1 m

Anchura de pasillos siempre que sea posible 3 m, mínimo 2 × anchura del paso, para permitir el giro de los caballos.

= caballos grandes aprox. 2,4 m
= ponis aprox. 2 m



❽ Anchura de pasajes y pasillos

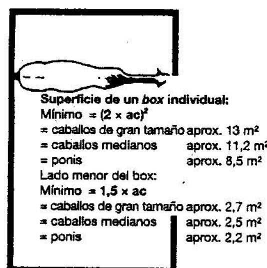
Información: Federación Alemana de Hípica, Warendorf

La cría adaptada al bienestar animal es condición para la salud, el rendimiento y la longevidad, pero también para la docilidad y el equilibrio físico del animal. Hoy en día, después de 5.000 años de la existencia de este animal doméstico, sus necesidades no se diferencian esencialmente de las de los caballos salvajes. El caballo es un animal que vive en manadas y el contacto social es imprescindible. Tanto si se le cría en grupo como aisladamente, es preciso considerar la estructura social y la compatibilidad del animal. En caso de que los caballos vivan en su propio establo hay que asegurar que exista contacto visual, auditivo y olfativo entre los animales. Los potros y los caballos jóvenes deben crecer en grupo.

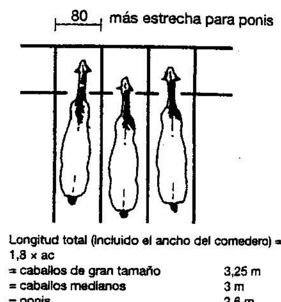
Estabulación colectiva: se distingue entre caballerizas de un solo espacio lo suficientemente grande como para permitir el movimiento de los caballos y la cría colectiva con zona de movimiento anexa.

Estabulación individual: la cría de caballos en caballerizas de amarre no es aceptable como forma de estabulación continua. Para la estabulación individual rige la norma de que siempre es mejor una superficie de movimiento del tamaño de un box individual que ninguna superficie de movimiento.

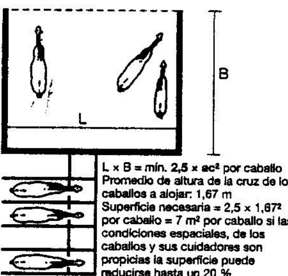
En caballerizas para caballos de gran tamaño se toma como medida orientativa una altura libre de techo de al menos 1,5 × altura de la cruz, por consiguiente, de aprox. ≥ 2,7 m.



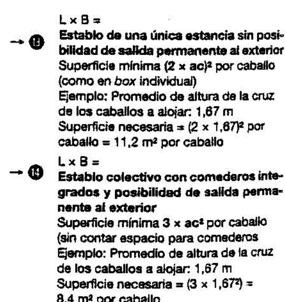
❾ Estabulación individual



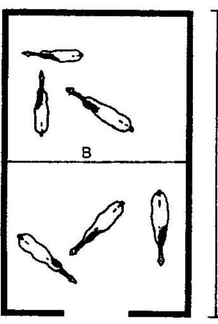
❿ Comederos individuales



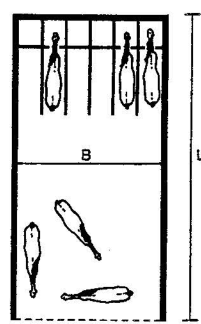
⓫ Caballeriza colectiva con comederos individuales aparte y abierta continuamente a la zona de esparcimiento



⓬ → ⓭ – ⓮



⓭ Establo de una única estancia → ⓬



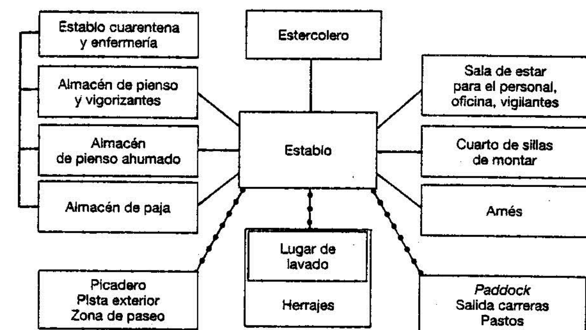
⓮ Establo colectivo

Ganadería

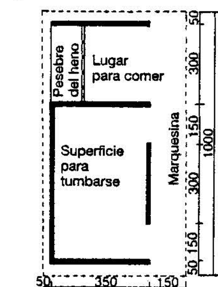
GANADERÍA

Establos para ganado menor
Establos para ganado ovino
Avicultura
Ganado porcino
Ganado bovino de leche
Ganado bovino de carne
Caballerizas

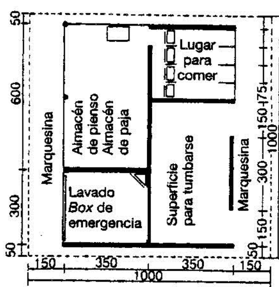
CABALLERIZAS



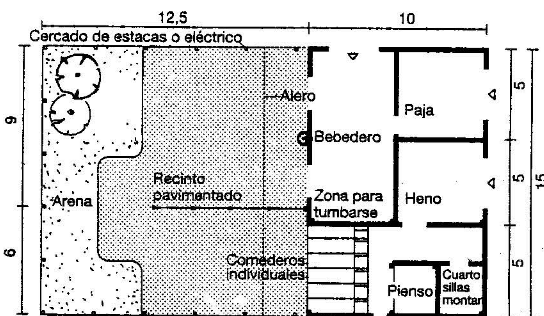
❶ Esquema de ordenación de las salas auxiliares de una caballeriza



❷ Pequeña cabaña de refugio



❸ Gran cabaña de refugio



❹ Establo para 5 o 6 caballos con varios compartimentos y comederos individuales

A pesar de que los caballos son insensibles al viento e incluso tienen una necesidad fisiológica de aire en movimiento, se ha de evitar la formación de corrientes. Para ello se ha de prever una instalación de ventilación con conducción forzada de aire. No tiene sentido intentar conseguir una temperatura "ideal" en el interior de la cuadra. Tras una preparación adecuada y unas condiciones de crianza correctas, todos los caballos soportan temperaturas invernales, incluso algunos grados bajo cero → ❽.

Preparación, almacenaje, peso (dt/m³)	Espacio necesario de almacén en m³ dado un esponjamiento del 20-30 %	
	200 días de estabulación[1]	365 días de estabulación[2]
Heno en masa (0,75)	17-20	30-36
Balas de heno sin compactar (1,5)	9-11	15-18
Balas de heno compactada (1,8)	7- 9	12-14

[1] equivale a 10-12 dt [2] corresponde a 18-22 dt

❻ Espacio necesario para almacenar heno, dado consumo de 5-6 kg/caballo/día

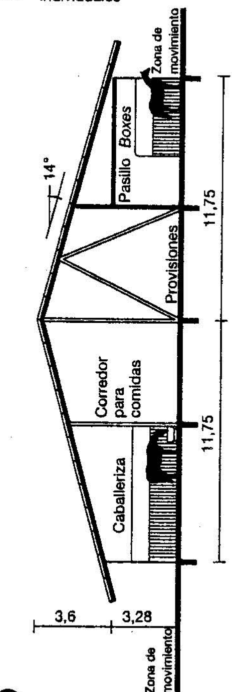
Preparación, almacenaje, peso (dt/m³)	Espacio necesario de almacén en m³ para 3 meses[1] dado un esponjamiento del 20-30 %
Paja en masa (0,5)	22
Balas de paja sin compactar (0,7)	15
Balas de paja compactada (1)	11

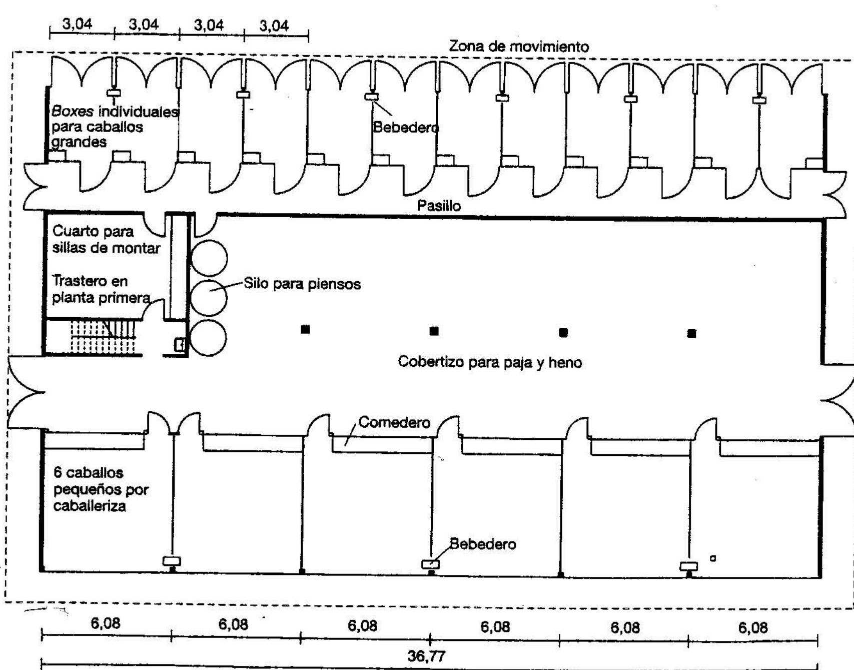
[1] equivale a 9 dt

❼ Espacio necesario para almacenar heno, dado consumo de 5-6 kg/caballo/día

Temperatura ambiental	La temperatura del establo debe acomodarse a la exterior incluso en invierno
Humedad ambiental	60-80 %
Intercambio de aire en las zonas donde hay animales	mínimo 0,1 m/s
Contenido de dióxido de carbono en el aire como indicador de gases nocivos	< 0,1 vol. %
Contenido de amoniaco en el aire	< 10 ppm
Ácido sulfhídrico	0 ppm

❽ Requisitos de la estabulación





❺ Establo colectivo con zona de movimiento

Sección → ❺

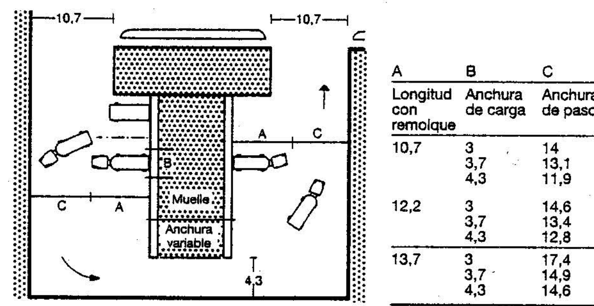
ZONAS DE CARGA Y DESCARGA

	Superficie de venta [m²]			
	5.000-10.000	10.000-15.000	15.000-20.000	20.000-30.000
Plazas para camiones en el muelle de carga	2-3	3-4	4-5	5-6
Superficie de carga para la recepción	100	120	180	250
Número y dimensiones de los montacargas	1:2 × 3 1:2 × 4,2	2:2 × 3 1:2 × 4,2	3:2 × 3 1:2 × 4,2	2:2 × 3 2:2 × 4,2
Vestíbulo de montacargas m²	20	30	40	40
Superficie gestión de residuos [m²] Envases retornables Almacén de fardos de papel	30 20 15	30 40 25	50 60 35	100 80 35
Compactador fijo con contenedor [m] Canal empacadora con contened. [m]	3 × 9 delante del muelle de carga 2,5 × 9 delante del muelle de carga			

❶ Patios de carga y descarga de grandes almacenes y centros comerciales

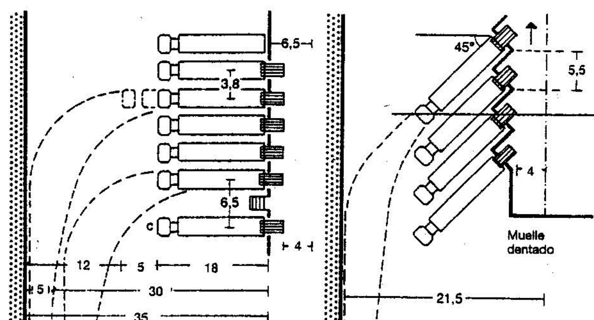
En comercios de hasta unos 200 m² se puede partir de más bien pequeños vehículos de transporte de mercancías que pueden estacionarse en plazas de aparcamiento convencionales. En el caso de comercios de más de 200 m² deberían disponer de una superficie de 3,5 × 12 m para aparcar camiones. Los vehículos deben en lo posible entrar y salir en sentido único hacia adelante. Bases promedio para el dimensionado de almacenes grandes y mercados comerciales → ❶. Para patios cubiertos de carga y descarga, la altura libre mínima es de 4,9 m. Anchura de rampas rectas de un carril mín. 3,5 m, con tráfico en ambos sentidos mín. 6,75 m. Las rampas no deberían tener pendientes superiores al 10 % y los cambios de pendiente de más del 8 % deben atenuarse con un radio de 50 cm. En cambios de pendiente deben considerarse suplementos de altura según las longitudes del camión. En rampas en espiral deben considerarse los radios de giro pared a pared de la Asociación Alemana de Carreteras y Transporte.

La separación de seguridad en trenes de mercancía: en rampas mín. 1,5 m, en plataformas de carga mín. 3 m.



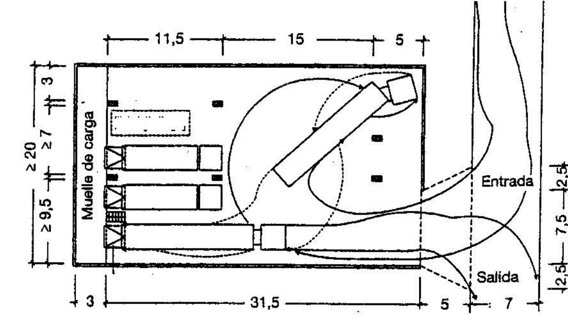
A	B	C
Longitud con remolque	Anchura de carga	Anchura de paso
10,7	3 3,7 4,3	14 13,1 11,9
12,2	3 3,7 4,3	14,6 13,4 12,8
13,7	3 3,7 4,3	17,4 14,9 14,6

❷ Carga/descarga en patio interior

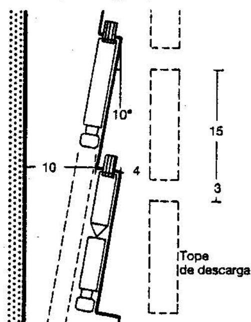


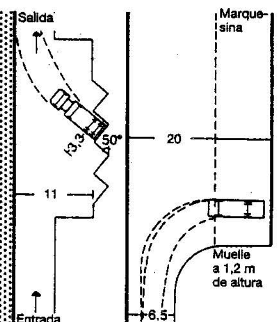
❸ Muelle de carga y descarga: si los camiones aparcados están muy juntos debe adelantarse un poco antes de empezar a girar para salir

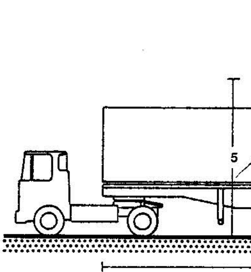
❹ Muelle de carga/descarga



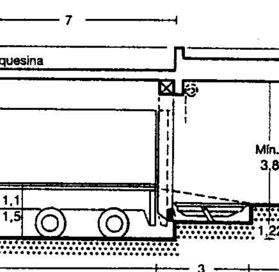
❼ Patio de carga y descarga para un gran almacén [1]



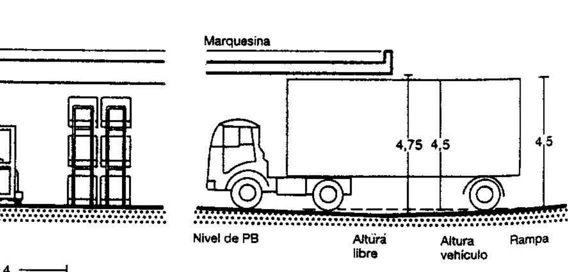




❺ Muelle de carga/descarga con plataformas elevables y carga/descarga lateral



❻ Muelle de carga/descarga de dimensiones mínimas



❽ Patio de carga y descarga cubierto, altura libre mín. 4,9 m bajo luminarias si deben cargarse y descargarse contenedores de residuos. Debe controlarse la accesibilidad mediante los radios de giro pared a pared de los vehículos esperados. Tener en cuenta la posición de los pilares [01]

véase también: Camiones aparcar y girar, pág. 399 y ss.



❾ Sección longitudinal por un muelle de carga con plataformas elevables

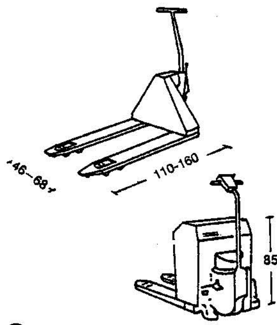


❿ Dimensiones de un muelle de carga cubierto

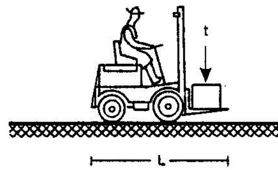
RAMPAS, MUELLES DE CARGA, PLATAFORMAS LEVADIZAS

Los muelles de carga se deben poder unir de manera fácil con la superficie a cargar o descargar, conectando de manera segura cualquier camión o remolque. La plataforma del camión puede estar a mayor o menor altura que el muelle de carga, diferencia que se puede compensar con plataformas de metal ligero → 3 – 4; en caso de un camión o camioneta muy bajo es conveniente colocar una rampa móvil de aluminio → 6. Estas rampas deben poder situarse con facilidad en el lugar adecuado. Las plataformas de metal ligero de los muelles de carga deben poder desplazarse lateralmente → 3 + 9.

Las plataformas de los muelles de carga pueden ser móviles y fácilmente transportables de un sitio a otro → 4, u ocupar una posición fija y accionarse hidráulicamente para fijar su altura e inclinación → 10. Plataformas levadizas de tijeras hidráulicas para superar diferencias de nivel entre muelle de descarga y vehículo → 8 o entre patio de carga y muelle → 7. Igualación continua con la plataforma de cada camión para proceder a carga o descarga → 10. Carretillas elevadoras de horquilla disponibles con motor eléctrico, de gasolina, de gasoil o de gas → 2.

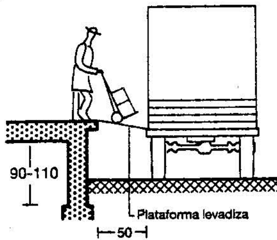


1 Apiladora

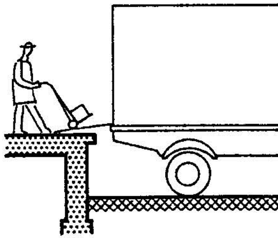


Carga admisible, t:	2,5	3,5	7	13 t
Ancho, mm:	1	1	1,2	1,5 m
Longitud, mm:	2,4	2,8	3,4	3,6 m

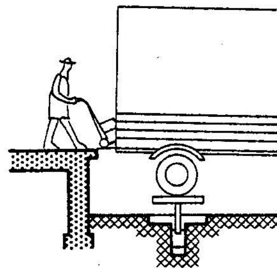
2 Medidas



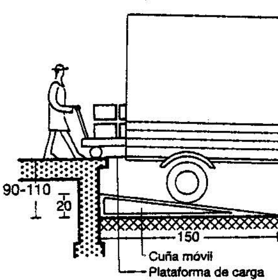
3 Plataforma levadiza y móvil de carga



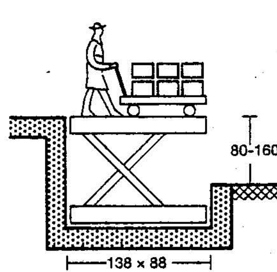
4 Plancha de carga, móvil



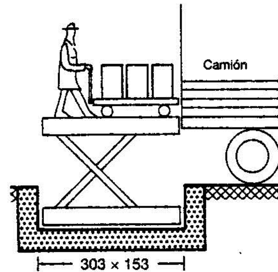
5 Elevador bajo el eje posterior



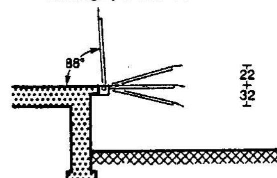
6 Rampa de nivelación móvil



7 Plataforma de tijeras y accionamiento hidráulico para compensar la diferencia de nivel entre el muelle de carga y el camión

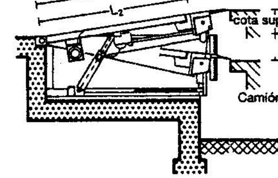


8 Compensación de altura entre patio y camión



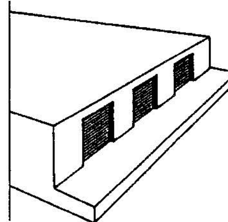
Long. mm	Ancho mm	Carga adm. kg
1.500	1.500	3.000
1.750	1.500	3.000
1.750	1.750	5.000

9 Plataforma de carga articulada en guía de desplazamiento lateral

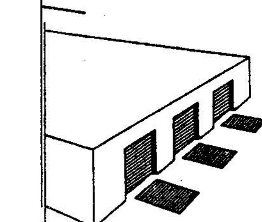


O	U	L_1	L_2	B	Carga adm. kg
290	300	2.300	2.000	1.500	3.000
360	300	2.800	2.500	1.750	4.000
430	300	3.300	3.000	2.000	5.000

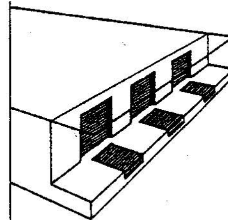
10 Plataforma de carga



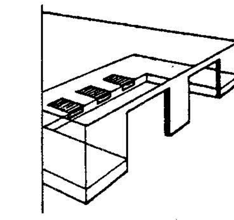
11 Muelle sencillo → 3 – 6



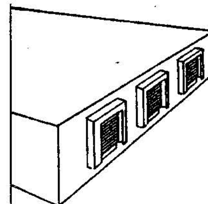
12 Carga/descarga al nivel del suelo con plataformas hidráulicas → 8



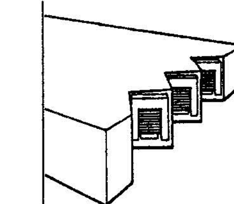
13 Muelle de carga cubierto con plataformas hidráulicas → 10



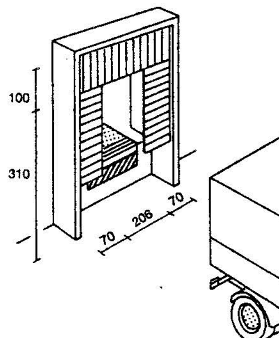
14 Carga/descarga en el interior con rampas electrohidráulicas → 10



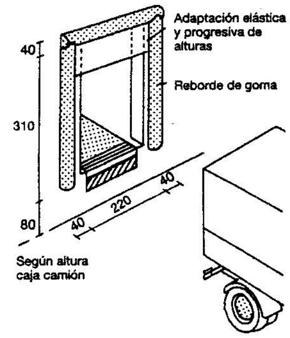
15 Muelles de carga integrados con rampas levadizas



16 Muelles de carga dentados



17 Puerta con acoplamiento hermético mediante segmentos de goma



18 Puerta con acoplamiento hermético mediante reborde de goma

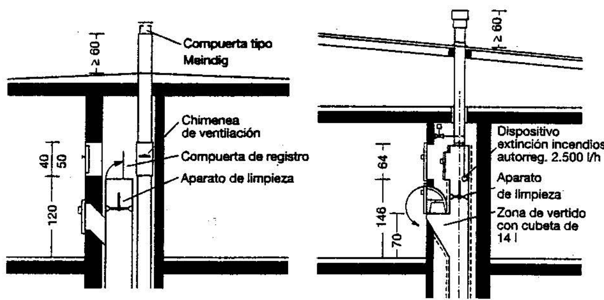
SISTEMA DE RECOGIDA DE RESIDUOS POR BAJANTES

En edificios de varias plantas puede instalarse un sistema de recogida de residuos por bajantes para facilitar el transporte de la basura al contenedor de recogida de basura.

Estos sistemas fueron muy populares en su tiempo (también y especialmente en edificios residenciales) y obligatorios en edificios de más de cinco plantas, debido al esfuerzo de mantenimiento y mayores exigencias constructivas (separación de fracciones de residuos, protección contra incendios). No obstante, hoy en día se utilizan sobre todo en el ámbito de edificios especiales.

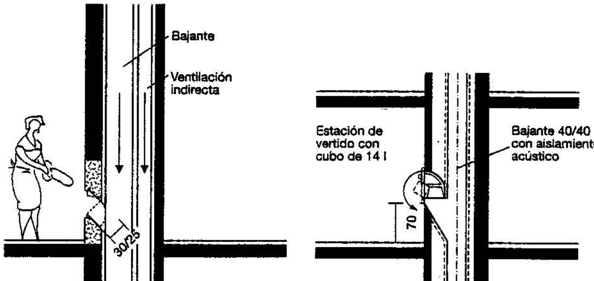
La planificación la realiza normalmente una empresa especializada que también debería contratar el mantenimiento.

Los sistemas de recogida de residuos por bajantes pueden propagar fácilmente incendios de una planta a otra y, por tanto, ofrecen un riesgo considerable. En algunas ordenanzas alemanas regionales están prohibidos (como en el Estado de Brandenburgo desde 2003) o se condiciona al cumplimiento de exigencias constructivas correspondientes.



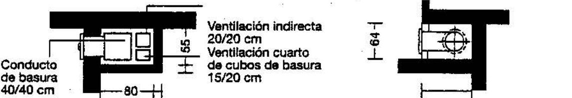
❶ Instalaciones de vertido de basura con ventilación indirecta

❷ Instalaciones de vertido de basura con ventilación directa



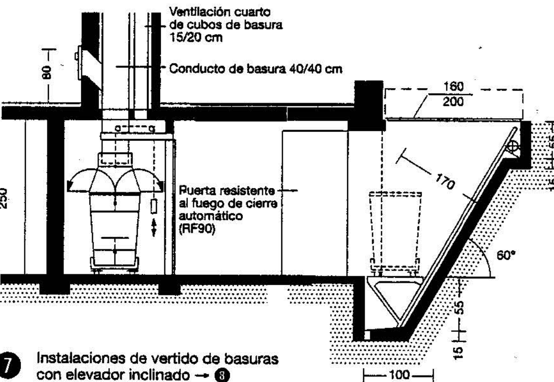
❸ Compuerta para el vertido de basuras

❹ Sección tipo

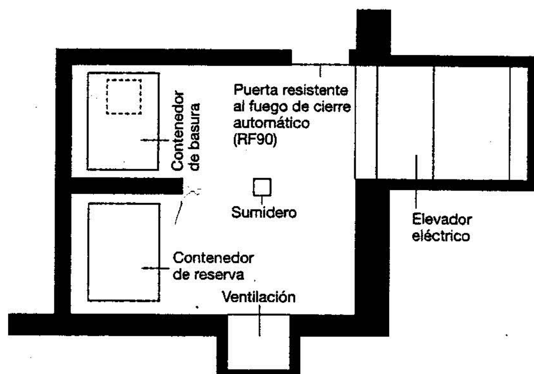


❺ Planta del conducto de basuras con ventilación indirecta

❻ Planta del conducto de basuras con ventilación directa



❼ Instalaciones de vertido de basuras con elevador inclinado → ❽



❽ Cuarto de recogida de basura. Planta → ❼

Composición

Los sistemas de recogida de residuos por bajantes constan de los siguientes elementos: la **bajante** con la **compuerta de vertido de basura**, el **cuarto de recogida de basura** con contenedores de reserva, prensa compactadora, etc., y la **instalación de ventilación**.

Tipo del sistema de bajante	Diámetro de la bajante [cm]		
	Compuerta de vertido	Extracción	Protección contra incendios
Basura doméstica suelta	40	25	resistente al fuego
Basura en sacos de 110 l	50	30	
Papeles (residuos de oficina)	55	30	
Ropa (vivienda unifamiliar)	30	15	
Ropa (hoteles, hospitales)	40-50	25-30	

❾ Dimensiones para sistemas de recogida de residuos por bajantes (valores orientativos)

Construcción

Los sistemas de recogida de residuos por bajantes tienen que disponer de **compuertas de vertido y cuartos de recogida separados** para los diferentes tipos de basura y deben estar **fuera de las zonas habitables.**

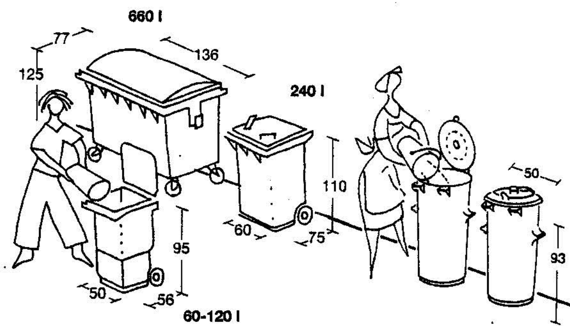
Los bajantes y los cuartos de recogida deben estar compuestos de **elementos constructivos resistentes al fuego.**

Los **revestimientos, los aislantes, los trasdosados interiores** y el resto de instalaciones alrededor de la bajante y del cuarto de recogida tienen que estar hechos de **materiales resistentes al fuego.**

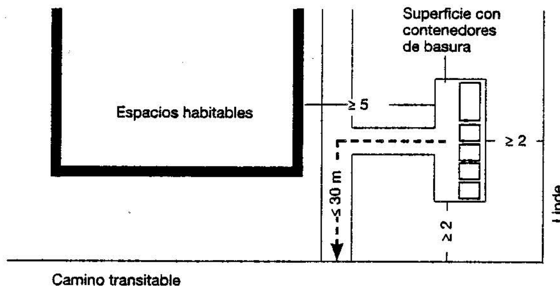
Se puede exigir el montaje de una instalación de extinción de incendios → ❷.

Los **bajantes** de los sistemas de recogida de residuos tienen que tener un **trazado vertical recto** hasta las compuertas de vertido superior y **sin cambios de sección.** Debe garantizarse una **ventilación** eficaz y continua → ❶ – ❷. Los bajantes tienen que ejecutarse de modo que el fuego, el humo, los olores y el polvo no puedan entrar en el edificio. Los residuos se recogen de manera segura evitando transmisión de ruidos. Las **compuertas de vertido** → ❸ – ❹ tienen que estar diseñadas para no producir irritaciones por polvo y para no poder introducir basuras de gran volumen. En el extremo superior de los bajantes debe preverse un **registro para limpieza.** Todas las aberturas tienen que equiparse con **cierres de materiales incombustibles.**

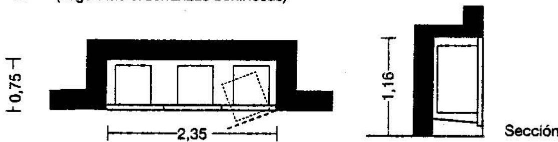
Los **cuartos de recogida de basura** → ❼ – ❽ deben estar dimensionados con suficiente holgura. Sus accesos interiores deben contar con **puertas resistentes al fuego de cierre automático.** Los cuartos de basura tienen que ser accesibles y poderse vaciar desde el exterior, así como disponer de una ventilación continua y un **sumidero sifónico** para evitar los malos olores. Los residuos deben recogerse en **contenedores con ruedas.**



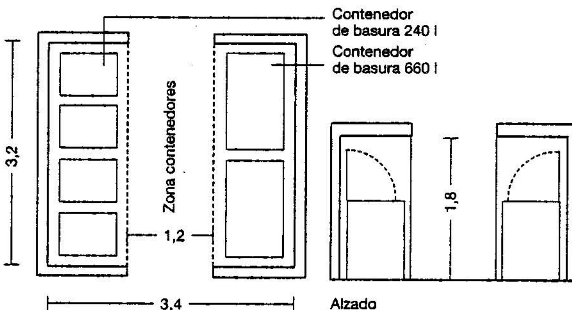
❶ Contenedores de basura (en parte según DIN EN 840)



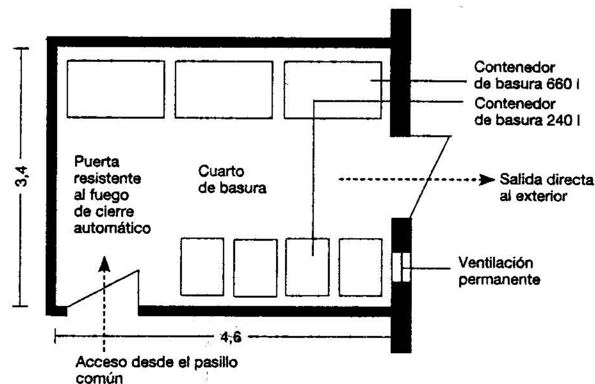
❷ Distribución de superficies para contenedores de basura (según las ordenanzas berlinesas)



❸ Armario empotrado para 360 l de basura doméstica (esquema))



❹ Superficies cubiertas para contenedores de basura



❺ Cuarto de basura para 2.940 l de residuos domésticos (esquema) dentro de un edificio de categoría 3-5

Los **residuos** tienen que recogerse por separado en contenedores apropiados. Para ello se prevén almacenes de residuos de acceso fácil y seguro para los servicios de recogida dentro del edificio o superficies correspondientes fuera del edificio para el almacenamiento temporal de los residuos. Los contenedores de basura tienen cierre hermético y están disponibles en diferentes tamaños para los diferentes tipos de residuos → ❶.

Debido a la alta carga de fuego (y a las posibles molestias causadas por el olor), las ordenanzas alemanas establecen:

Los residuos sólidos pueden almacenarse temporalmente dentro de los edificios.
Sin embargo, en edificios de más de dos viviendas o superficies útiles de más de 400 m² (edificios de categoría 3-5) solo si los **cuartos de basura/almacenes de residuos** cumplen las siguientes exigencias:

1. Paredes y forjados con resistencia contra el fuego correspondiente a muros de carga.
2. Huecos de paso desde el interior del edificio al cuarto de recogida con puertas resistentes al fuego, de cierre hermético y automático.
3. Los almacenes de residuos pueden vaciarse directamente desde el exterior.
4. Ventilación de funcionamiento ininterrumpido.

Volumen de basuras domésticas (kg/hab./día)	**aprox. 0,5**
Fracción de basura reciclable [%]	**aprox. 74**

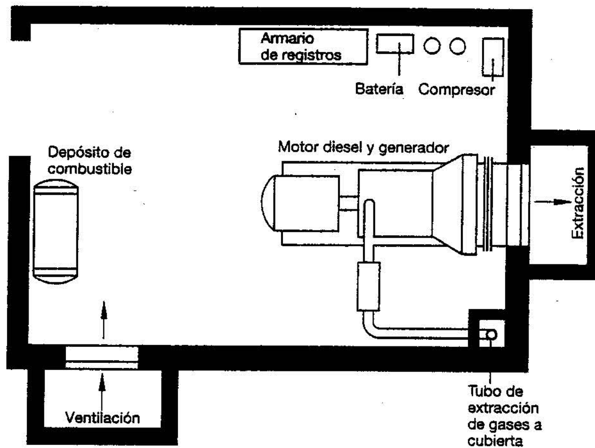
❻ Volumen de basuras domésticas (valores orientativos)

Para el almacenamiento de residuos sólidos **en el exterior** de los edificios deben consultarse las normativas locales correspondientes. Según las normativas alemanas, las superficies para contenedores de basura deben instalarse a una distancia mín. de 5 m a huecos en locales de estancia y elementos del edificio combustibles, y de 2 m a los lindes del solar. Para contenedores móviles deben **pavimentarse las superficies.**
La distancia a caminos transitables no debería exceder los 30 m → ❷.

Además debe cuidarse que las superficies para contenedores de basura en el exterior de los edificios puedan ser cómodamente accesibles incluso en caso de mal tiempo, que tengan iluminación y quizá estén cubiertos.

Residuos comerciales

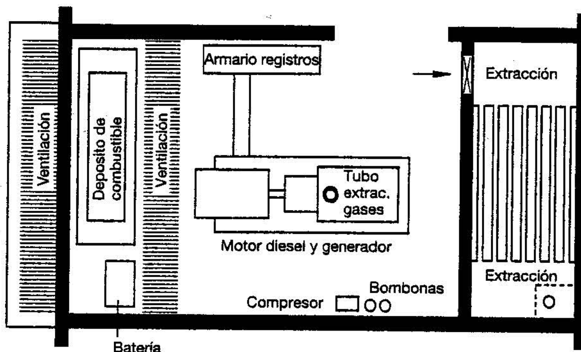
Los almacenes de residuos para la eliminación de basuras comerciales deben estar situados a ras de la calle y cerca de la recepción de mercancías. Sus dimensiones dependen del tamaño de las basuras correspondientes y necesitan un espacio de unos **90-200 m².**
Si se utilizan contenedores que recogerán los camiones de la basura debe preverse una altura libre mínima de 4,8-4,9 m (por debajo de la iluminación o los *sprinklers*).
En caso de mayores cantidades de residuos es razonable aplicar **trituradoras de basura** y **prensas compactadoras.** En edificios de oficinas y administrativos debería colocarse además una **trituradora de papel.**
Los almacenes de residuos de alimentación (**basura líquida**) tienen que estar refrigerados.
En el caso de objetos de gran tamaño, debe haber cuartos de basura adicionales en las plantas (cerca del ascensor) para evitar utilizar el vestíbulo del ascensor para depositar basura.



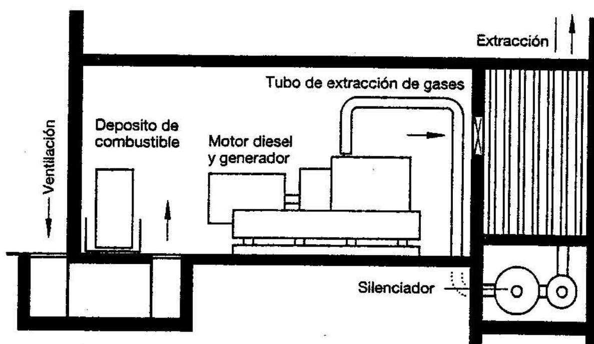
❶ Cuarto para grupo electrógeno diesel de emergencia con ventilación y extracción independientes

Potencia del generador en kVA	20-60	100-200	250-500	650-1.500
Dimensiones local en m	5-4	6-4,5	7,5-5	10,5-5,5
Altura local en m	3	3,5	4	4
Anchura puerta o portón en m	2-1,5	2-1,5	2,2-2	2,2-2

❷ Dimensiones de cuartos de grupos electrógenos de emergencia



❸ Cuarto para grupo electrógeno diesel de emergencia con ventilación y extracción independientes



❹ Sección → ❸

Grupos electrógenos de emergencia (generadores eléctricos diesel)

Se denominan grupos electrógenos de emergencia a motores de combustión (generalmente diesel) que, mediante generadores, producen corriente eléctrica. Tienen su aplicación en caso de cortes de luz para un lapso de tiempo limitado (no sirven, por tanto, para el abastecimiento continuo de electricidad) y se encargan de la alimentación, p. ej., de la iluminación de emergencia y seguridad, de los ascensores y otras instalaciones críticas (p. ej., en quirófanos, en centros informáticos y empresas industriales, etc.). Se componen de un motor diesel y un generador montados sobre un bastidor base (p. ej., de acero) con soportes elásticos entre la maquinaria y el bastidor o sobre un zócalo de hormigón, y de un equipo de arranque y una batería → ❶.

Existen grupos diesel portátiles (grupos electrógenos de contenedor) y grupos diesel fijos, incluida la instalación de distribución.

Las potencias llegan según las especificaciones de 5 hasta 2.000 kVA (kilovoltamperios).

El proyecto abarca la investigación las especificaciones para
- Potencia.
- Insonorización.
- Instalaciones de extracción de gases de escape.

Cuartos de grupos electrógenos de emergencia

Dependiendo de la potencia y la forma del grupo electrógeno cambian las dimensiones de tamaño, altura y huecos del local → ❸. La ventilación y la extracción pueden efectuarse a través de patinejos → ❶. También existe la posibilidad de expulsar el aire y los gases de combustión del grupo diesel por un patinejo vertical hasta la cubierta → ❸ + ❹. En este caso, hay que prestar atención a un aislamiento acústico suficiente (silenciador de celdillas) → ❸ + ❹. Los respectivos fabricantes informan sobre los caudales de aire necesarios y las dimensiones necesarias para los huecos de ventilación y extracción.

Debido el alto nivel de ruido en fases de comprobación y mantenimiento de los grupos electrógenos de emergencia, es recomendable no ubicarlos cerca de locales habitables que deban estar en silencio (p. ej., las habitaciones de un hospital). Además hay que tomar en lo posible medidas para mantener a un nivel bajo la emisión de ruidos de los locales de grupos electrógenos de emergencia Ø DIN 4109 (Protección acústica en la edificación). Otra posibilidad consiste en colocar el bastidor base sobre el que se apoyan el motor diesel y el generador sobre unos amortiguadores de muelle para reducir así la transmisión de ruido a través de los elementos constructivos.

Sistema de alimentación ininterrumpida
Equipos SAI

Entre el corte de luz y la conmutación al grupo electrógeno de emergencia transcurren generalmente un máximo de 15 s. Para garantizar que en este intervalo la alimentación de electricidad sea ininterrumpida se utilizan equipos SAI. Equipos SAI son aparatos compuestos de baterías que salvan la caída de corriente, la batería se recarga continuamente en red. Según el equipo y los requerimientos, un equipo SAI debe proteger los sistemas conectados de los siguientes daños posibles: corte de luz, alteraciones de tensión, picos de tensión, caídas de tensión, sobretensión, acción de rayo/sobretensiones por conmutación, ruido eléctrico e inestabilidad de frecuencia.

Mientras que los equipos SAI están concebidos para un tiempo de fallo de suministro de máx. 30 a 60 min, son los grupos electrógenos de emergencia operados por motores diesel los que pueden soportar cortes de luz más prolongados.

ENERGÍAS RENOVABLES

SINOPSIS

Fuente de energía	Energía primaria	Transformación natural de energía	Transformación técnica de energía	Energía secundaria: calor	Energía secundaria: electricidad	Energía secundaria: combustibles
Sol	Energía hidráulica	Evaporación, precipitación, fusión	Central hidroeléctrica		x	
	Energía eólica	Movimientos de la atmósfera (viento)	Aerogenerador		x	
		Movimientos de las olas	Centrales undimotrices		x	
	Radiación solar	Corriente marina	Instalaciones de energía de corrientes marinas		x	
		Calentamiento de la superficie y atmósfera terrestra	Instalaciones de energía maremotérmica		x	
		Radiación solar	Colector, central termosolar	x		
			Célula fotovoltaica, central solar fotovoltaica		x	
			Fotólisis			x
	Biomasa	Producción de biomasa	Equipo de conversión			x
			Central eléctrica de cogeneración	x	x	
Tierra	Desintegración de isótopos	Energía geotérmica	Central geotérmica de cogeneración	x	x	
Luna	Gravitación	Mareas	Central mareomotriz		x	

1 Energías renovables y su explotación

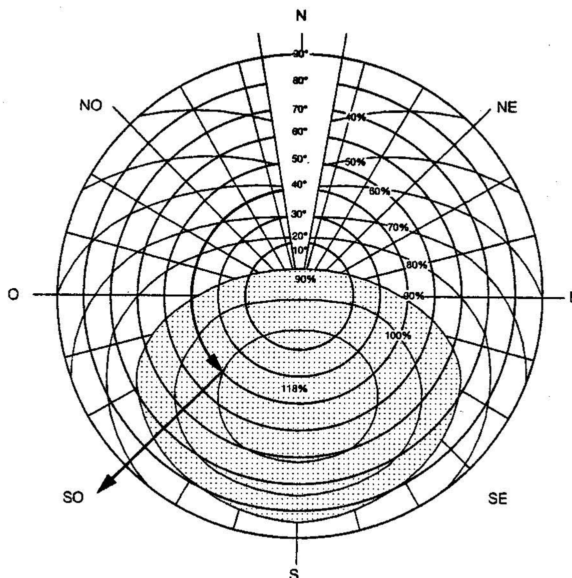
Procedimientos pasivos	Procedimientos activos	Procedimientos híbridos
Ecología urbanística	Cogeneración	Almacenamiento de calor y frío en combinación con sistemas activos
Geometría y orientación del edificio	Centrales de energía totales	Acondicionamiento previo del aire a través de elementos constructivos/terreno
Inercia térmica	Energía termosolar	
Sistemas de aislamiento térmico	Energía solar fotovoltaica	
Tipos especiales de vidrio	Elementos constructivos radiantes	
Dobles fachadas, zonas de amortiguación	Tecnología de bombas de calor	
Atrios	Energía geotérmica tecnología de calderas de condensación	
	Sistemas de refrigeración (p. ej., acumulador de hielo)	

2 Medidas de instalaciones de edificios ecológicos

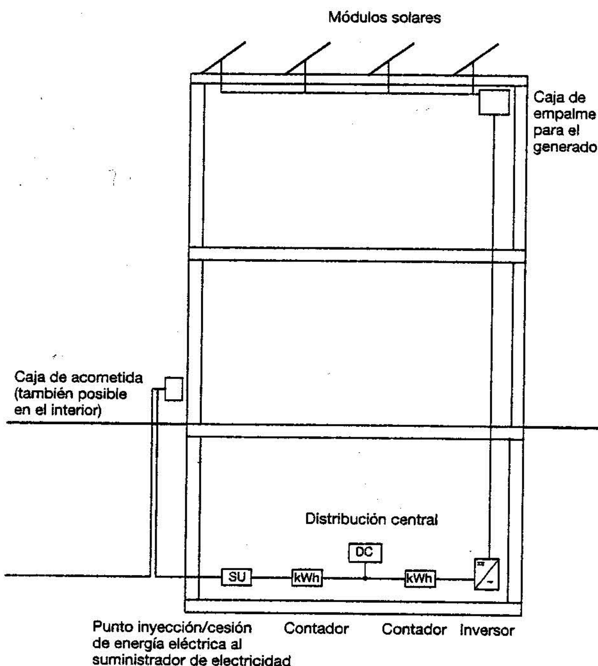
Postulados		Procedimientos				
Concepto adecuado para consumo energético bajo	① Reducir demanda térmica con medidas constructivas — Pérdidas térmicas mínimas	Valor U (U)	Almacén (A)	Geometría del edificio (A × V)	Proporción mínima de ventanas	Protección solar
	Máximo aprovechamiento de la energía solar pasiva	Envolvente	Orientación	Geometría del edificio	Proporción máx. ventanas	Emplazamiento del edificio
Demanda energética	② Reducir demanda térmica con medidas constructivas — Reducir zona de ventilación forzada o acondicionada al mínimo requerido por razones energéticas	Oficinas de trabajo en grupo o de tamaño medio, 3-15 lugares trabajo, ventilación natural	Almacén (A)	Alturas grandes de locales (h)	Zonas interiores mín. y sups. en sótanos	Protección solar exterior
	Aprovechamiento de la iluminación natural	Lugares de trabajo en zona de ventanas	Paramentos del entorno de colores claros	Ventanas en la zona del dintel	Proporción máxima de ventanas	Vidrio transparente claro
Alimentación energética	③ Reducir consumo energético final de calefacción y refrigeración con medidas técnicas	Mínimo tiempo de funcionamiento	Buen coeficiente de rendimiento anual	Buena capacidad de control (p. ej., en grupos)	Recuperación de calor; Cogeneración	En caso de aire acondicionado y ventilación, caudal de aire regulado según cargas
	④ Seguridad del suministro energético mediante aumento de la diversificación	Como mínimo dos fuentes de energía (Producción de calor – Conducto – Almacén)		Flexibilidad: Nuevos vectores energéticos; Nuevos sistemas; Regulación del precio de energía	Proporción máxima de vectores energéticos renovables (aire, viento, sol, agua)	

3 Metas y medidas para el concepto energético y de instalaciones del edificio [01]

Los recursos cada vez más escasos y los precios de energía cada vez más elevados dirigen el punto de mira cada vez más al aprovechamiento de energías renovables.
La construcción y el funcionamiento de edificios constituyen una gran parte del consumo energético total.
El control del creciente consumo de las escasas reservas energéticas justifican la necesidad de desarrollar alternativas.
Además del ahorro de energía gracias a un aislamiento térmico mejorado constantemente y métodos más eficientes de elaboración energética, con mayores coeficientes de rendimiento, el aprovechamiento de energías renovables desempeña un papel cada vez más importante. El desarrollo y la divulgación de métodos y nuevos aparatos optimizados se respaldan con programas de fomento del ahorro.
La planificación óptima de cada proyecto de edificación tiene un papel esencial.
La demanda prevista de electricidad y energía térmica para el edificio concreto debe contrastarse con las posibilidades presentes en el lugar y escoger los métodos más eficientes.
Los nuevos procedimientos y aparatos están en constante desarrollo para mejorar su eficiencia; así, también deben comprobarse continuamente los edificios y los sistemas existentes en cuanto a su rentabilidad y, dado el caso, remodelarlos.
Las posibilidades de utilizar energías renovables son variopintas y cada vez más amplias. La manera y el alcance del aprovechamiento dependen de las posibilidades presentes en el lugar, del tipo y el volumen de la edificación, y del presupuesto.
El uso de métodos concretos viene respaldado por programas públicos de fomento y de la industria energética; la subvención y el tipo de ayudas dependen de la región y van cambiando regularmente según las condiciones.



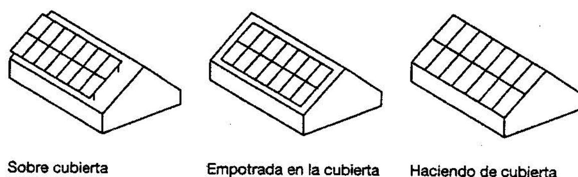
❶ Capacidad de rendimiento de elementos fotovoltaicos con relación a su ubicación y orientación [03]



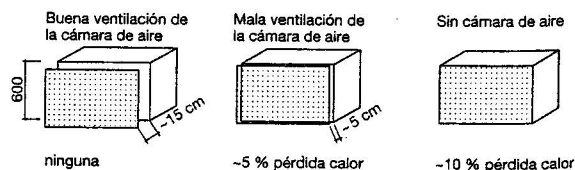
❷ Principio de una instalación fotovoltaica conectada a la red de suministro [04]

Energía solar fotovoltaica

La luz del sol se transforma en energía eléctrica mediante células solares y constituye un elemento importante de la planificación ecológica de edificios, pues se produce energía eléctrica regenerativa. Las células solares aprovechan la radiación solar directa y difusa. Debe evitarse que haya sombras en la superficie, sobre todo las parciales, que tienen peores efectos que las temporales.
El rendimiento de la energía solar depende de las condiciones climáticas y espaciales del entorno → ❶.
En Alemania, la orientación óptima se encuentra a un ángulo de inclinación de 20-35° en dirección sur. En buenas ubicaciones, en Alemania pueden obtenerse 800-900 kWh/m² de rendimiento anual promedio, y en condiciones óptimas unos 1.100 kWh/m². Como regla general, se requieren unos 7,5 m² de superficie de planta por cada kW de potencia instalada.
Las células solares se conectan a unidades mayores (módulos) de diferente tipos (mono y policristalinos, amorfos) que se diferencian en cuanto a potencia, coeficiente de rendimiento y aspecto visual. Las células monocristalinas tienen una superficie homogénea entre gris oscura y negra, las policristalinas, irisadas gris y azules, aunque también hay módulos semitransparentes.
La transformación de la corriente continua proveniente de las células solares en tensión alterna en el inversor conlleva bajas pérdidas de transformación. La mayor parte de las instalaciones se ejecutan por razones de un funcionamiento más rentable conectadas a la red de suministro: la tensión generada por la célula solar se inyecta en la red, para lo que es necesario un contador independiente de cesión de energía eléctrica.
Las grandes plantas fotovoltaicas deberían operarse con diferentes inclinaciones y orientaciones, con generadores y dispositivos de inyección en red independientes para conseguir una adaptación óptima. Las instalaciones conectadas a red funcionan automáticamente, no requieren revisión y tienen una expectativa de vida útil de 20 años como mínimo.
Los paneles fotovoltaicos pueden integrarse de diversas maneras en la envolvente del edificio, o pueden instalarse a posteriori. Están ideados para la aplicación en el exterior y facilitan su uso como parte independiente de fachadas o cubiertas: las células solares son resistentes a la radiación ultravioleta y a la intemperie. Pueden jugar un importante papel estético y adoptar otras funciones: protección acústica, contra miradas ajenas, pantallas contra irradiación solar e intemperie. Las células solares se instalan generalmente en la zona de la cubierta en diferentes disposiciones: montadas sobre cubierta (independientes, en la mayoría de los casos reequipamientos posteriores), integradas en la cubierta o formando ellas mismas el tejado.
También es posible la instalación de módulos fotovoltaicos en la fachada, para lo que deben escogerse sistemas constructivos con cámara de aire para evitar reducciones del rendimiento → ❸ + ❹.



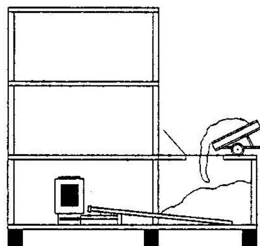
❸ Posibles posiciones de paneles fotovoltaicos sobre la cubierta



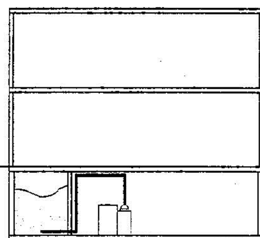
❹ Paneles fotovoltaicos en la fachada y posibles mermas de rendimiento [04]

Tipo madera	kWh/m³	kWh/kg	Tipo madera	kWh/m³	kWh/kg
Arce	1.900	4,1	Pino	1.700	4,4
Abedul	1.900	4,3	Alerce	1.700	4,4
Haya	2.100	4	Álamo	1.200	4,1
Roble	2.100	4,2	Robinia (acacia blanca)	2.100	4,1
Aliso	1.500	4,1	Abeto	1.400	4,5
Fresno	2.100	4,2	Sauce	1.400	4,1

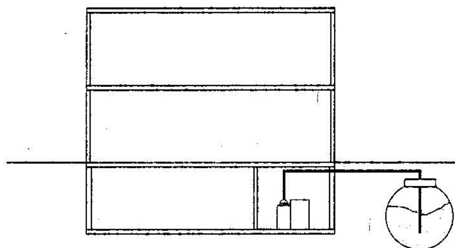
❶ Valor calorífico de diferentes maderas [04]



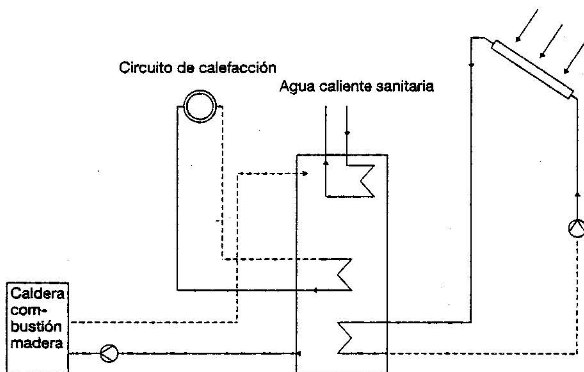
❷ Calefacción de madera troceada con alimentador automático [04]



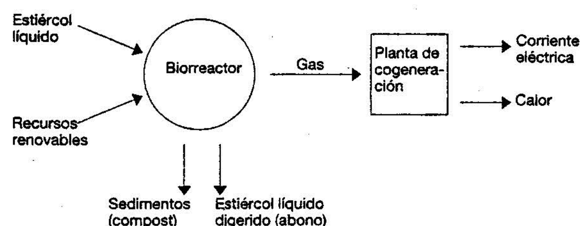
❸ Caldera de calefacción de *pellets* de madera con almacenaje en un sótano [04]



❹ Caldera de calefacción de *pellets* de madera con almacenaje en un depósito soterrado [04]



❺ Planta de energía térmica con instalación termosolar, caldera de madera y acumulador de amortiguación [04]



❻ Principio de aprovechamiento de biogás en la agricultura

Aprovechamiento de biomasa

El aprovechamiento energético de biomasa se realiza mediante procedimientos termoquímicos o biológicos (combustión, gasificación y licuación).
Importantes son sobre todo el biodiesel, la madera y los productos residuales agrícolas. El biodiesel se genera a partir de la licuación de recursos oleaginosos renovables. Puede sustituir al gasóleo de calefacción o al gas natural y utilizarse en calderas y en plantas de cogeneración.

La madera como fuente de energía

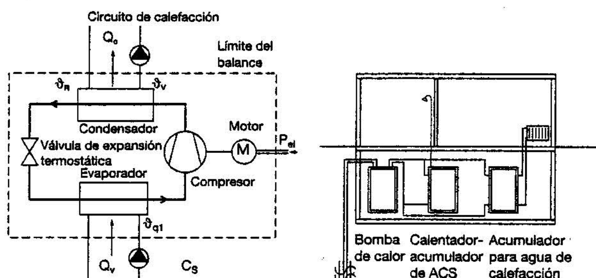
Está a disposición en gran cantidad y puede utilizarse de diferentes modos. El contenido de agua de madera recién talada ronda el 40-50 %. La madera secada al aire contiene un 15-20 % de agua, y en este caso el valor calorífico es el doble. Se distingue según tipo de madera, humedad, densidad, valor calorífico además de tamaño, forma y elaboración, se comercializan leña, madera troceada y *pellets*. Para plantas pequeñas de hasta 15 kW de potencia térmica nominal puede utilizarse leña sin tratar, además de madera de frondosas y coníferas (bosque) y restos de la industria maderera; deben evitarse maderas recicladas. En instalaciones de mayores dimensiones puede emplearse serrín, paja y derivados.
Debido al mejor control de emisiones, son preferibles las instalaciones centrales de combustión a las calderas individuales. Las calderas con alimentador automático presentan mejores valores de emisión que las alimentadas manualmente.
En calefacciones de madera troceada o *pellets*, el combustible se transporta de un local o contenedor adyacente mediante transportador de tornillo sin fin o sistema de aspiración a través de un depósito intermedio al fogón.
La alimentación continua de combustible garantiza un buen coeficiente de rendimiento y facilita una óptima regulación de la potencia.
Los *pellets* (residuos compactados de la industria maderera con un contenido energético muy alto, de 4,3-5 kWh/kg, aprox. 1/3 del gasóleo de calefacción) se suministran en camiones cisterna y se bombean al depósito. La tecnología necesaria, al igual que la superficie de almacenaje, es equiparable a la del gasóleo de calefacción. También el tamaño de una caldera es similar a la de una caldera a fuel o gas. Sin embargo, los estándares de seguridad son menores que para gasóleo. Los contenedores para madera troceada se rellenan desde volquetes. Para prolongar el tiempo de combustión total en la caldera en el caso de calefacciones de *pellets* y de madera troceada se recomienda el uso de acumuladores (indispensables en el caso de calderas de leña); se debe calcular con 40 l por kW de potencia nominal.
Las instalaciones térmicas para combustibles sólidos no requieren autorización hasta una potencia térmica de 1 MW.
Otra técnica más es la gasificación de madera (p. ej., proveniente de madera troceada) para el aprovechamiento en plantas de cogeneración, para lo que se necesita gasóleo para un motor de preinyección. La combinación de una caldera de leña con una instalación termosolar es muy aconsejable, pues el agua precalentada por la energía solar se calienta en la caldera → ❺.

Biogás

Para la agricultura está teniendo una importancia cada vez mayor y un gran potencial la generación de biogás a partir del estiércol y de recursos renovables. La gasificación de biomasa se realiza en un biorreactor que alimenta una planta de cogeneración. El estiércol líquido completamente fermentado se reparte como abono sobre el campo, los sedimentos resultantes pueden utilizarse como compost. La gasificación de biomasa es un proceso permanente y sensible y requiere control continuo. También es posible aprovechar el gas de un vertedero (fermentación de desechos sólidos) para la producción de energía térmica y eléctrica mediante sondas o drenaje de gas para el funcionamiento de plantas de cogeneración o para gas de calefacción.

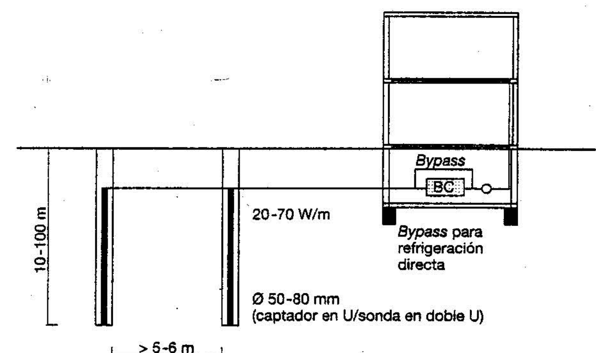
Agua	Escorrentía	**Agua de ríos, lagos y mar**
	Agua subterránea	**Agua freática, de manantial, de pozos, aguas profundas y termales**
	Calor residual	**Agua de refrigeración, aguas residuales municipales, domésticas y de uso industrial**
	Agua de circulación	Red de calefacción urbana, red de abastecimiento de agua, agua utilizada en procesos de producción
Aire	Aire exterior, evacuado, extraído industrial, calor de iluminación, de personas y de procesos	
Suelo		
Energía solar		

1 Fuentes de calor para el aprovechamiento por bombas de calor

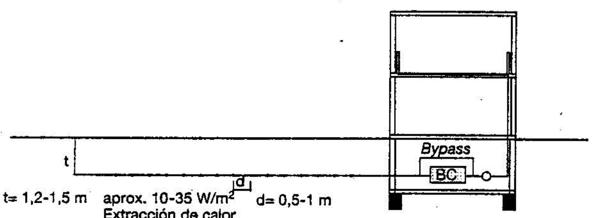


2 Principio de funcionamiento de una bomba de calor [02]

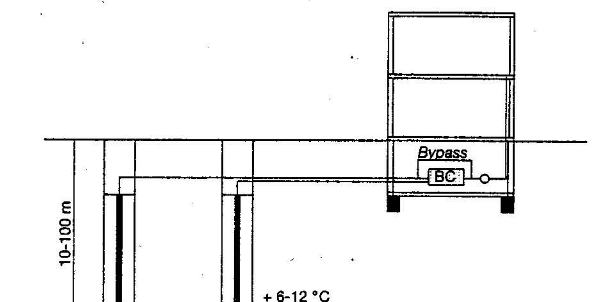
3 Instalación completa de una bomba de calor



4 Captadores verticales como fuente de calor para bomba de calor (en combinación con elementos constructivos radiantes) [04]



5 Colectores geotérmicos como fuente de calor para bomba de calor [04]



6 Agua freática como fuente de calor para bomba de calor (en combinación con suelo radiante) [04]

Energía geotérmica superficial

Aprovechamiento de la energía geotérmica hasta una profundidad de unos 400 m. El aumento de temperatura es de aprox. 3 K/100 m de profundidad, a una profundidad de 10-20 m puede contarse con temperaturas de 7-11 °C. Las condiciones climáticas y las temperaturas del entorno influyen en el flujo térmico en la zona próxima a la superficie. Pueden aprovecharse las temperaturas relativamente constantes para calefacción y refrigeración. Hay varios métodos extendidos de producción de energía:

Colectores geotérmicos

Tubos metálicos o plásticos colocados en horizontal en el terreno. La separación entre los tubos y la profundidad de instalación depende de las características del suelo. La extracción de calor se sitúa entre 10 y 40 W/m². No debe construirse por encima de colectores geotérmicos ni sellar previamente el suelo.

Sondas verticales geotérmicas

Se caracterizan por una menor demanda de superficie y mejores rendimientos térmicos comparados con los colectores geotérmicos. Se instalan en circuitos cerrados en sistemas directos y, con menos frecuencia, indirectos. En los sistemas indirectos se conecta, p. ej., un circuito de líquido refrigerante a través de un intercambiador térmico con la bomba de calor. Existen dos formas constructivas diferentes: sonda de tubo en U o doble U, sonda coaxial; para una buena transmisión del calor se rellena la perforación con bentonita. Los valores de extracción de calor se sitúan entre 20 y 70 W/m².

Pozo de aguas freáticas como fuente de calor

Es posible un enfriamiento directo del acuífero mediante intercambiadores térmicos compuestos por hervidores de inmersión que se introducen a través de perforaciones en el acuífero y se conectan a través de un circuito de líquido refrigerante con la bomba de calor. Más extendida es la extracción e inyección del agua freática mediante pozos de captación e inyección. Dichas instalaciones (como las sondas geotérmicas) siempre requieren licencia; los trabajos necesarios para la construcción de pozos solo los pueden llevar a cabo empresas autorizadas.

El aprovechamiento de las ganancias de energía puede efectuarse de modo directo, utilizándolas para elementos constructivos radiantes o a través de bombas de calor. En cada proyecto debe analizarse la aptitud del aire y del agua de escorrentía como fuente de calor, pues la evolución de temperaturas según las estaciones del año es contraria a la demanda térmica.

Bomba de calor (BC)

Se aprovecha el calor ambiental/terrestre a través de un proceso termodinámico mediante la aportación de energía mecánica. 3/4 partes de la energía que se necesita para la calefacción se gana del entorno; el resto debe suministrarse como energía eléctrica para el motor del compresor. De especial importancia son instalaciones de bombas de calor combinadas con conceptos integrales de suministro de energía, ya que pueden utilizarse para calefacción y refrigeración.

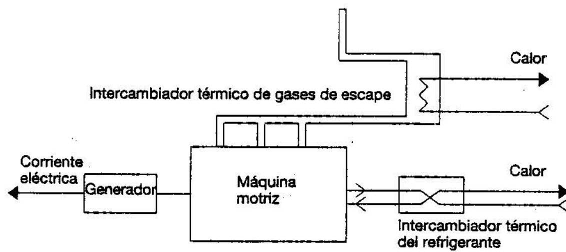
Una bomba de calor está compuesta fundamentalmente por un vaporizador, un compresor, un condensador y una válvula, elementos que están conectados mediante tubos en un sistema cerrado por el cual circula el fluido refrigerante. Este extrae calor del entorno mediante evaporización. El fluido ahora gaseoso, se comprime en el compresor eléctrico (aumento de presión y temperatura). Un segundo intercambiador térmico transmite el calor al sistema de calefacción y durante el proceso se vuelve a condensar el fluido. La válvula se ocupa de la distensión del fluido hasta llegar a la presión inicial.

Este sistema es apto para calefacciones de baja temperatura (óptima en bajas temperaturas de alimentación, p. ej., suelos radiantes) y preparación del agua caliente sanitaria centralizada. El calor producido por el condensador de la bomba de calor debe evacuarse, por lo que es necesario montar un acumulador (no en el caso de suelos radiantes). La bomba de calor funciona de manera independiente del tiempo del día y del año y se considera como uno de los sistemas de calefacción menos dañinos para el medio ambiente. Se fomenta en parte el uso de la energía necesaria para el funcionamiento de la bomba de calor con tarifas de energía bajas, se requiere un contador independiente.

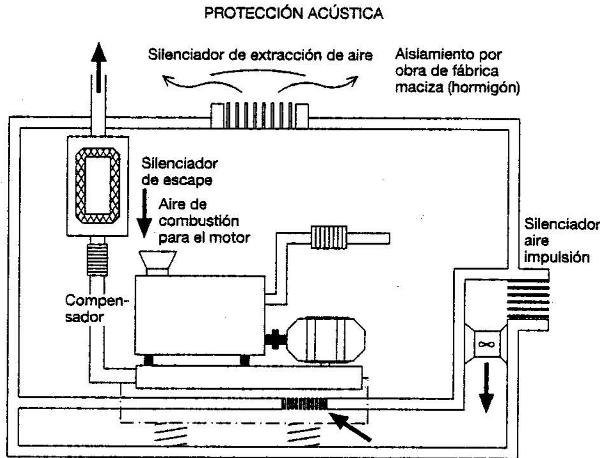
ENERGÍAS RENOVABLES
Sinopsis
Energía solar
Bioenergía
Energía geotérmica, bombas de calor
Cogeneración, planta de cogeneración, celdas de combustible

écnicas de la construcción

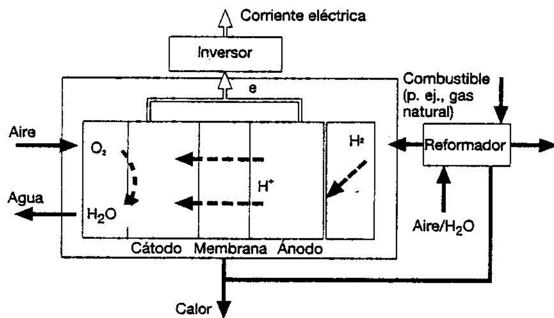
COGENERACIÓN, PLANTA DE COGENERACIÓN, CELDAS DE COMBUSTIBLE



1 Principio de funcionamiento de la cogeneración [02]



2 Planta de cogeneración y medidas constructivas [04]]



3 Principio de construcción de una celda de combustión [04]

Denominación	Abreviatura	Temperatura de trabajo	Electrolito	Combustible	Oxidante	Campo de aplicación
CC alcalina	AFC	80 °C	Potasa cáustica	Hidrógeno	Oxígeno	Astronáutica
CC de membrana de intercambio de protones	PEMFC	80 °C	Polímero sólido	Hidrógeno, metanol	Oxígeno/ aire	Transporte, vehículos pequeños
CC de ácido fosfórico	PAFC	200 °C	Ácido fosfórico	Gas natural	Aire	Centrales eléctricas de cogeneración
CC de carbonato fundido	MCFC	650 °C	Carbonato potásico y de litio	Gas natural, carbón y biogás	Aire	Centrales eléctricas, CE de cogeneración
CC de óxido cerámico	SOFC	1.000 °C	Óxido de circonio	Gas natural, carbón y biogás	Aire	Centrales eléctricas, CE de cogeneración

4 Cuadro sinóptico de los tipos de células de combustión

La **cogeneración (CG)** es la producción combinada de calor aprovechable y energía mecánica que, mediante un generador, se transforma en energía eléctrica. La idea fundamental es la producción de energía eléctrica aprovechando el calor residual que necesariamente se genera. En instalaciones de menor tamaño (para uno o más edificios) se utilizan motores de combustión interna o turbinas de gas en lugar del circuito de agua y vapor habitual en centrales de electricidad.

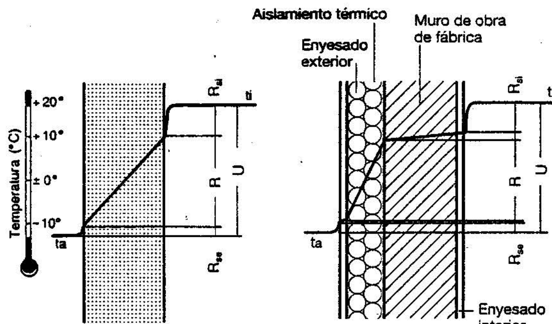
Bajo la denominación **planta de cogeneración** se entiende una pequeña central eléctrica en la que, debido a la combinación de energía mecánica y térmica, se producen a la vez electricidad y calor aprovechable.

El dimensionado de la planta de cogeneración tiene una influencia decisiva sobre su rentabilidad. La energía generada según el principio de cogeneración es 1/3 en energía eléctrica y 2/3 en calor. La demanda energética desigual a lo largo del día y del año condiciona el dimensionado de la planta según la demanda de electricidad o de calor. En plantas de cogeneración planificadas según la demanda térmica se compensa la electricidad sobrante o no gastada a través de la red pública, en plantas proyectadas según la demanda de electricidad se almacena el calor sobrante en acumuladores.

Las plantas de cogeneración se proyectan en la mayor parte de los casos según la demanda de calor; es decir, según la carga térmica. Es condición que se conozca la evolución de la demanda térmica y eléctrica del objeto; en edificios residenciales y similares de obra nueva puede determinarse con relativa precisión la demanda mediante curvas características. En la mayor parte de los casos la planta de cogeneración produce la demanda básica de calor y la corriente eléctrica sobrante se inyecta en la red; se requiere un contador independiente. La demanda térmica en horas punta se garantiza mediante un calentador adicional. Las plantas de cogeneración se comercializan en diferentes tamaños. Los módulos más pequeños para viviendas unifamiliares a partir de unos 2 kW de potencia eléctrica y accionados con motores de gasolina o Stirling (denominadas plantas de microcogeneración). Las plantas de cogeneración pequeñas de hasta 30 kW pueden utilizarse en casas multifamiliares de hasta seis habitantes; las plantas compactas cubren la gama de potencia de hasta 400 kW y las plantas grandes producen aún más. La superficie necesaria para una planta de cogeneración pequeña de 5,5 kW de potencia eléctrica es de 4 m², de 15 kW de 6,5 m², a lo que hay que sumar el espacio necesario para las calderas.

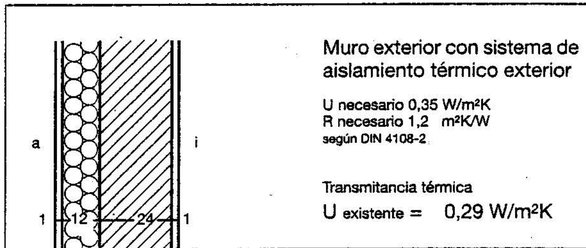
Para su colocación debe cuidarse que se prevean suficientes huecos de ventilación y extracción y que el conducto de gases de escape se lleve a una altura por encima de la cubierta. La planta tiene que ir encapsulada o ubicarse de tal modo que se garantice una suficiente protección acústica de las estancias.

En las **células (o pilas) de combustión (CC)** se producen electricidad y calor de agua y oxígeno en un proceso electroquímico de electrolisis invertida. Consisten en electrodos (ánodo y cátodo) y un electrolito que separa los electrodos y los reactantes agregados. Las CC producen corriente continua, que se transforma en un inversor en corriente alterna aprovechamiento del calor residual mediante un circuito de refrigeración para la calefacción del edificio. El hidrógeno se produce a partir del gas natural o metano/metanol en un reformador. Al igual que las plantas de cogeneración, las CC producen electricidad y calor a la vez, pero sin partes mecánicas ni ruidos. Como en la planta de cogeneración, los criterios para la selección del tipo de CC son la carga térmica y la potencia eléctrica requerida. También en este caso es razonable dimensionar una carga parcial con el abastecimiento en las puntas mediante otra instalación térmica. En los meses más cálidos, el calor residual puede utilizarse para el accionamiento de una máquina de refrigeración por absorción. Las CC se distinguen por su temperatura de funcionamiento (de baja/alta temperatura) y por los electrolitos empleados. Las CC de baja temperatura están disponibles para proyectos menores de edificación, como casas plurifamiliares o pequeño comercio; las de alta temperatura solo son razonables a mayor escala, ya que producen electricidad y calor en grandes cantidades y se han de reducir las altas temperaturas para múltiples usos en una cascada energética. La CC son aptas para remodelaciones y edificios de nueva planta.



❶ Distribución de temperatura en un elemento de una capa

❷ Distribución de temperatura en un elemento de varias capas



	Capa de material de construcción	Densidad aparente kg/m³	Grosor (d) m	Densidad superficial kg/m²	λ W/mK	d/λ m²K/W
1	R_{se}					0,04
2	Revoco exterior		0,01			
3	Aislamiento	30	0,12	3,6	0,04	3
4	Obra de fábrica silicocalcárea	1.800	0,24	432	0,99	0,242
5	Enlucido interior	1.400	0,01	14	0,7	0,014
6	R_{si}					0,13
Σ						RT = 3,427

❸ Cálculo de la transmitancia térmica (valor U) según DIN EN ISO 6946 para un muro exterior con sistema de aislamiento exterior SATE

Cubierta inclinada

a

16

4

i

U necesario 0,30 W/m²K
R necesario 1,75 m²K/W
según DIN 4108-2

Proporción de aislante fa 85%
Proporción de pares fb 15%

Transmitancia térmica promedio
U existente = 0,29 W/m²K

	Capa material de construcción	Dens.apar. kg/m³	Grosor(d) m	Dens. sup. kg/m²	λ W/mK	d/λ m²K/W
	R_{se}					0,04
1	Cubrición					
2	Listonado					
3	Lámina de cubrición previa					
4	Aislamiento	30	0,16	4,8	0,04	4
	Par	600	0,16	96	0,13	1,231
5	Barrera de vapor					
6	Listonado, cám. de aire estanca		0,025			0,16
7	Placa de yeso laminar	900	0,0125	11,3	0,25	0,05
	R_{si}					0,1
Σ	Valor límite superior **R'T** = 1/(fa/RT, aislante + fb/RT, par) =					3,445
	Valor límite inferior R"T = R_{se} + R1 + R2 + R3 + R4 + R5 + R6 + R7 + R_{si} =					3,341
	R'T = (R'T + R"T)/2 = 3,393					

❹ Cálculo de la transmitancia térmica (valor U) según DIN EN ISO 6946 para una construcción de cubierta inclinada

Para la limitación suficiente de pérdidas térmicas y para la protección contra daños causados por condensaciones son necesarias medidas de aislamiento térmico en los edificios y su comprobación.
Las exigencias al respecto están comprendidas en varias normas y ordenanzas:
La **Ordenanza para el ahorro de energía (EnEV 2007)** contiene valores límite para la demanda de **energía primaria** y la demanda **térmica por transmisión** para edificios residenciales y no residenciales → pág. 483. La determinación de las transmitancias térmicas (valores U), de los parámetros de dimensionado energético (resistencia térmica, conductividad térmica) al igual que conceptos básicos esenciales, se describen en lo siguiente:

Cantidad de calor: se expresa en Wh [= 1,16 kcal]; temperatura: °C; diferencia de temperatura: K (Kelvin; unidad antigua grd); 1,16 Wh [= 1 kcal] eleva la temperatura de 1.000 g de agua en 1 K.

Transferencia de calor: se produce por convección (transmisión de calor), conducción, radiación y difusión de vapor de agua; puede ralentizarse, pero no evitarse, mediante el aislamiento térmico. Conductividad térmica λ, se expresa en W/mK [kcal/mhK], es una propiedad específica de cada material; cuanto menor es el valor, menor la conductividad térmica. Los valores de cálculo indicados en la norma DIN 4108 contienen, en comparación con los valores nominales, suplementos para la aplicación práctica (temperatura, humedad, envejecimiento).

Resistencia térmica R: en m²K/W [m²hK/kcal] es una magnitud relativa al grosor de la capa: R = d/λ (d = grosor en m). El cálculo de la resistencia térmica es importante para la determinación del valor de transmitancia térmica U según DIN EN ISO 6946 → ❸ - ❹.

Resistencia térmica superficial: es el valor de aislamiento térmico de la superficie en contacto con el aire. Se distinguen las resistencias térmicas superficiales de la superficie exterior del elemento constructivo (R_{se}) y de la superficie interior (R_{si}).

Resistencia térmica total 1/U: se expresa en m²K/W [m²hK/kcal], es la suma de resistencias de un elemento constructivo contra la transmisión térmica (resistencias térmicas y resistencias térmicas superficiales): **$1/U = R_{si} + R + R_{se}$**

Transmitancia térmica U: se expresa en W/m²K [kcal/m²hK] y es el valor inverso de la resistencia térmica total 1/U y la magnitud más importante para el cálculo del aislamiento térmico. La norma DIN 4108 y la Ordenanza para el ahorro de energía (EnEV 2009) prescriben valores máximos para diferentes casos.
Para el cálculo de los valores U según DIN EN ISO 6946 se requieren valores energéticos característicos (valores de diseño) para los materiales y productos de construcción (Conductividad térmica λ, resistencia térmica R), que están descritos, p. ej., en las normas DIN V 4108-4 o DIN EN 12524.
→ ❸ - ❹ muestra el cálculo del coeficiente de transmitancia térmica U en el ejemplo de un **muro exterior** con sistema de aislamiento exterior SATE, al igual que en una **cubierta inclinada**.
(Este elemento constructivo está compuesto de una proporción de vigas [15 %] y un espacio de entrevigado con aislamiento [85 %]).
La resistencia térmica R se calcula en este caso del promedio entre el límite superior de la resistencia térmica total R'T y el límite inferior R"T. Para el cálculo de R'T se suman las proporciones de vigas y de aislamiento con relación a su superficie. Para el cálculo de R"T se suman las resistencias térmicas y térmicas superficiales).

Temperatura del aire	Temperatura de rocío en una humedad relativa de										
	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %
30°C	12,9	14,9	16,8	18,4	20	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2
25°C	8,5	10,5	12,2	13,9	15,3	16,7	18	19,1	20,3	21,3	22,3
24°C	7,6	9,6	11,3	12,9	14,4	15,8	17	18,2	19,3	20,3	21,3
23°C	6,7	8,7	10,4	12	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3
22°C	5,9	7,8	9,5	11,1	12,5	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4
21°C	51,8	6,9	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4
20°C	4,1	6	7,7	9,3	10,7	12	13,2	14,3	15,4	16,4	17,4
19°C	3,2	5,1	6,8	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4
18°C	2,3	4,2	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	15,4
17°C	1,4	3,3	5	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,5	14,5
16°C	0,5	2,4	4,1	5,6	7	8,2	9,4	10,5	11,6	12,6	13,5
15°C	-0,3	1,5	3,2	4,7	6,1	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	12,5

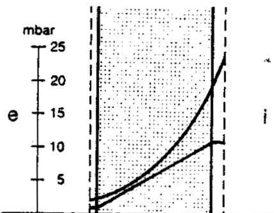
❶ Temperatura de rocío del aire en relación con la temperatura del aire y su humedad relativa

Temp. °C	Máx. presión parcial vapor de aire (kp/m²)
− 10	26,9
− 5	40,9
± 0	62,3
+ 5	88,9
+ 10	125,2
+ 15	173,9
+ 20	238,1
+ 25	323

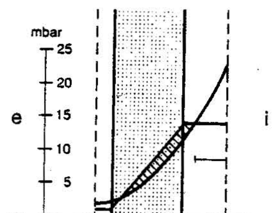
❷ Presión parcial de vapor del aire

Temp. exterior (°C)	Humedad relativa		
	50	60	70
- 12	33,5 %	25 %	17,8 %
- 15	30,8 %	23 %	16,2 %
- 18	28,4 %	21 %	15 %

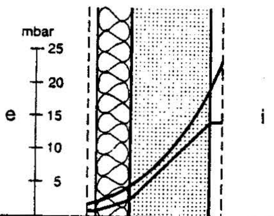
❸ Máximo porcentaje de la capa adyacente de aire hasta la barrera de vapor (X)



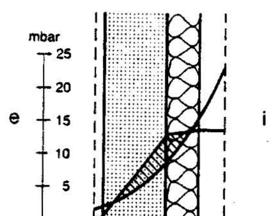
❹ La presión parcial de vapor se mantiene por debajo del vapor límite, no hay condensación



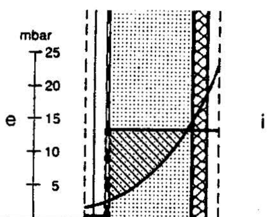
❺ Porcentaje aislante excesivo de la capa de aire adyacente a la cara interior del elemento respecto al aislamiento total. X = % máx. aislante de la capa de aire adyacente



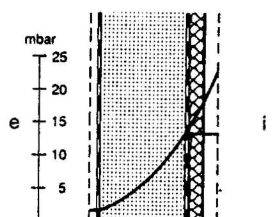
❻ El factor de posición = pendiente de la curva, disminuye hacia el exterior. ¡Correcto!



❼ Orden erróneo de las capas: el factor de posición = pendiente de la curva, crece hacia fuera: ¡condensación en el interior del elemento!



❽ Barrera de vapor en la cara fría: condensación en el interior del elemento



❾ Una barrera de vapor suplementaria en la cara caliente evita la condensación. X = máximo aislamiento térmico en la cara interior de la barrera de vapor

Difusión del vapor de agua

El aire interior o el aire en general contienen agua en forma de vapor. La cantidad de agua del aire con relación a la temperatura se expresa mediante la humedad relativa del aire. En este caso hay que tener en cuenta que el aire caliente admite más vapor de agua que el aire frío, por lo que puede oscilar notablemente la humedad relativa según el cambio de las condiciones de temperatura, aunque la humedad absoluta se mantenga inalterada.

La circunstancia relevante para la formación de rocío (condensación) consiste en que la humedad relativa del aire aumenta con temperaturas decrecientes. En caso extremo, cuando la cantidad de aire ya no es capaz de mantener el contenido de agua en estado gaseoso, esta se condensa en estado líquido ("rocío").

La presión atmosférica es de 1 bar o 1.000 mbar (pascal en el SI); en una mezcla de aire y vapor de agua, parte de esta presión la origina el vapor de agua y se **denomina presión parcial de vapor**. Por consiguiente, esta magnitud sirve para indicar el contenido en vapor de agua del aire (→ ❷), ya que de esta manera pueden representarse con mayor claridad los fenómenos de difusión (0,6 mbar =^ 1 g de agua/kg de aire). Por tanto, las diferencias en la presión parcial de vapor expresan un contenido diferente en moléculas de vapor de agua para una misma presión global del aire. (A la inversa: diferencia absoluta de la presión global en sentido de un generador de vapor, p. ej., en las burbujas del revestimiento de la cubierta.

También las diferencias en la presión parcial de vapor tienden a equilibrarse mediante **difusión**, atravesando las diferentes capas que forman los elementos de la construcción. Cada una de las capas opone una **resistencia a la difusión** $\mu \cdot e$ (cm, m), que indica el grosor de la capa de aire que tendría una resistencia a la difusión equivalente; se calcula como producto del grosor de la capa correspondiente, e, y el coeficiente de resistencia a la difusión μ. Durante el proceso de difusión, se produce una caída en la presión parcial del vapor en el interior de los elementos de la construcción. De manera análoga a lo que ocurre con la distribución de temperaturas en el interior de un elemento determinado, este gradiente de presiones se distribuye, entre cada una de las capas, proporcionalmente a su coeficiente de resistencia a la difusión. Las capas de aire adyacentes a las superficies del elemento pueden despreciarse debido a su grosor insignificante (0,5 cm en el exterior, 2 cm en el interior). Ejemplo en el interior: 20 °C/50 % =^11,7 mbar en el exterior: 15 °C/80 % =^ 1,3 mbar; diferencia 119-14 = 10,4 mbar; **pared** de 24 cm (ladrillo perforado); μ · e: 4,5 · 24 = 108 cm 94,7 % · 105 = 9,8 mbar; **enyesado interior** 1,5 cm; μ · e: 6 · 1,0 = 6 cm 5,3 % · 105 = 0,6 mbar

❿ Cálculo de la presión parcial de vapor

Ejemplos de difusión

Para evitar desperfectos en una construcción, hay que evitar que el vapor de agua se condense en el interior de los materiales. La condensación se produce allí donde el contenido real en vapor de agua del aire supere el valor de saturación. En los ejemplos → ❹ - ❾ se representan las distintas capas de un elemento, incluidas las capas adyacentes de aire, en proporción a su capacidad de aislamiento térmico; la línea curva representa la presión parcial de vapor máxima en función de la temperatura del aire en cada punto.

Para evitar los posibles daños es importante:

Suficiente aislamiento térmico

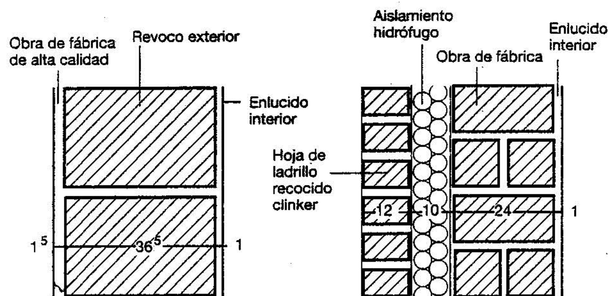
En el ejemplo → ❹ se representa un elemento, formado por una sola capa, en el que no hay riesgo de condensación; pero, en el ejemplo → ❺ hay peligro de condensación en la cara interior del elemento, porque el porcentaje de la capa de aire adyacente es demasiado grande. La capa de aire adyacente no puede superar un determinado porcentaje X respecto a la resistencia total a la transmisión de calor 1/k → ❸.

Disposición correcta de las diferentes capas

La pendiente de la curva de difusión ha de ser lo más pronunciada posible en el interior del elemento y, lo más plana posible en el exterior → ❻; en caso contrario aparecen condensaciones → ❼. Esta pendiente depende del factor de posición $\mu \cdot \lambda$; en el interior: elevada resistencia a la difusión, buena conductividad térmica = factor de posición $\mu \cdot \lambda$ elevado; en el exterior: baja resistencia a la difusión, escasa conductividad térmica = factor de posición $\mu \cdot \lambda$ reducido.

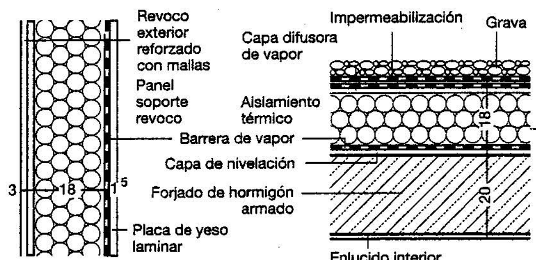
Barrera de vapor en la posición adecuada

Si la barrera de vapor se coloca en la cara exterior, toda la caída de presión de vapor se concentra allí: como resultado, aparecen condensaciones → ❽. Para evitarlo se ha de colocar la barrera de vapor en el interior, teniendo en cuenta que las capas situadas dentro de la barrera de vapor no deben superar un determinado porcentaje respecto a la resistencia total a la transmisión de calor l/k → ❾.



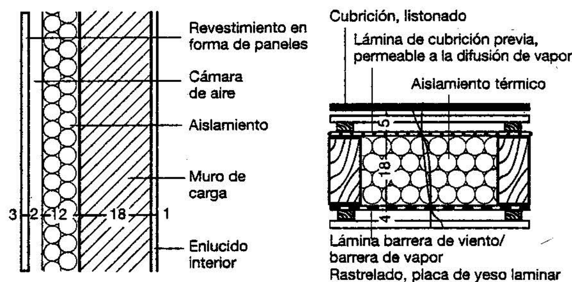
❶ Muro macizo de una hoja

❷ Muro de doble hoja con aislamiento interno



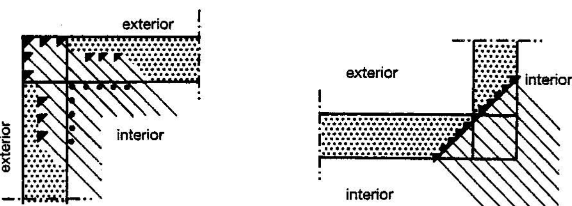
❸ Fachada caliente, construcción prefabricada

❹ Cubierta plana caliente → pág. 104



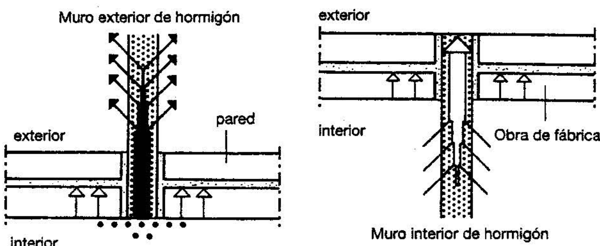
❺ Muro macizo con hoja exterior ventilada

❻ Cubierta inclinada en forma de construcción ventilada (cubierta fría)



❼ En la superficie interna de una esquina exterior aparecen condensaciones

❽ En las esquinas interiores no se producen condensaciones



❾ Si la superficie exterior de los puentes térmicos es grande, aparecen condensaciones (elevada pérdida de calor por unidad de superficie)

❿ Si la superficie interior de los puentes térmicos es grande, la pérdida de calor por unidad de superficie es bastante menor

Construcción sin barrera de vapor → ❶ - ❷

Los sistemas tradicionales de construcción no incluyen ninguna capa que actúe como barrera contra el vapor. Las capas se han de disponer de manera que no aparezcan condensaciones → pág. 481. En espacios con mucha humedad (p. ej., piscinas cubiertas) se debe comprobar matemáticamente la distribución de la presión de vapor. Los sistemas de capas múltiples se ejecutan con dos hojas con aislante intermedio o exterior. El paramento exterior aislante corre el riesgo de fisuración debido a la acumulación de calor y una base de soporte poco resistente al esfuerzo cortante, por lo que en estos casos se utiliza revoco mineral (tal vez modificado con materiales sintéticos), reforzado con malla de fibra sintética.

Construcción con barrera de vapor → ❸ - ❹

"Cubierta caliente" o "fachada caliente" con capa exterior estanca al vapor (p. ej., impermeabilización), de ahí que sea necesaria una barrera por el interior. Para evitar la condensación en la cara interior de los elementos constructivos las capas no deben exceder una proporción definida de la resistencia térmica total hasta la barrera de vapor → pág. 481. Las fachadas calientes requieren una ejecución minuciosa y, por ello, se han impuesto los sistemas prefabricados (paneles sándwich). En el caso de la cubierta caliente se coloca una capa difusora de vapor por debajo de la impermeabilización, y bajo la barrera de vapor solo hay una capa de nivelación para atenuar tensiones.

Sistemas de construcción con cámara ventilada detrás de la piel exterior → ❺ - ❻

La ventilación de la cámara anula el efecto de estanquidad de las capas exteriores relativamente impermeables al vapor. El grosor de la cámara de aire es de 20 mm como mínimo en hojas exteriores compuestas por paneles (en hojas de obra de fábrica mín. 40 mm, DIN 1053).

El funcionamiento de la ventilación de la cámara de aire depende de la diferencia de altura entre la entrada y la salida de aire (pendiente mínima entre ambas: 10 %).

Si la pendiente es menor, la barrera de vapor es necesaria (colocación: → sistemas constructivos con barrera de vapor), ya que en caso contrario hay una transmisión excesiva de vapor y aparecen condensaciones en la capa exterior. Las capas interiores se han de disponer como si se tratara de un sistema constructivo sin barrera de vapor, con factor de posición decreciente. No obstante, la capa interior siempre ha de ser estanca al aire.

Puentes térmicos

Los puentes térmicos son aquellos elementos de la construcción que —en comparación con los elementos contiguos— ofrecen un aislamiento térmico menor, por lo que el porcentaje de la capa adyacente de aire en la resistencia a la transmisión térmica es mayor, de manera que la temperatura superficial en la cara interior de los puentes térmicos disminuye y pueden aparecer condensaciones.

La elevación de los costes de calefacción es insignificante, siempre y cuando el puente térmico sea relativamente pequeño; para evitar las condensaciones en la superficie de los diferentes elementos de una construcción, y sus consecuencias desagradables (formación de moho, etc.), se ha de elevar la temperatura de la cara interior de los puentes térmicos (p. ej., mediante la reducción de la fuga de calor a través de los puentes térmicos, colocando una capa aislante frente al "frío del exterior". Elevación de la aportación de calor en los puentes térmicos aumentando la superficie interior de los mismos y la conductividad térmica de los elementos contiguos facilitando la llegada de aire caliente.)

Con ello se reduce, de hecho, la resistencia a la transmisión térmica R_{si} respecto al puente térmico, y con ello también se disminuye el porcentaje de la capa adyacente de aire a la resistencia total a la transmisión de calor 1/U → pág. 480.

En → ❾ - ❿ se muestran ejemplos típicos. Sin embargo, la esquina convencional de un edificio → ❼ también constituye un puente térmico, ya que allí, a una menor superficie interior caldeada le corresponde una mayor superficie exterior que desprende calor. A esto se le añade que el aislamiento de la capa de aire adyacente es considerablemente mayor en las esquinas que en los paramentos rectos.

La Ordenanza alemana para el ahorro de energía calorífica
La ordenanza alemana EnEV 2007 sustituye a la antes vigente ordenanza 2002/2004 (EnEV 2002/2004), sin por ello cambiar los valores límite para edificios residenciales. Sin embargo, ahora se exige un nuevo método de verificación según DIN 18599 para edificios no residenciales.
Además del aislamiento térmico, se requiere que ese método de verificación esté acompañado de otras medidas (p. ej., instalaciones térmicas con tecnología de condensación).
Por tanto, en la nueva ordenanza se establece una **visión total** de la energía necesaria para **calefacción, agua caliente sanitaria, ventilación, aire acondicionado e iluminación** (solo para edificios no residenciales).

No solo se tiene en cuenta la energía que llega a los recintos para calefactarlos como variable controlada, sino también la demanda de energía primaria calculada para parámetros normalizados destinada a los productores de energía térmica y agua caliente sanitaria, etc.

Principios de la ordenanza alemana para el ahorro de energía en el ejemplo "edificación residencial" (nueva planta):
Los edificios de viviendas con calefacción normal deben evaluarse para la limitación suficiente de la demanda anual de energía primaria, al igual que de la demanda de energía por transmisión.
Dependiendo de la relación entre la **envolvente térmica A y el volumen del edificio calefactado Ve (proporción A/Ve)** se calcula la máxima demanda anual de energía primaria permitida según la ordenanza.
Para ello, resulta básico el procedimiento de balance en régimen mensual según DIN EN 832 con los parámetros secundarios de la norma DIN 4108 (parte 6, edición junio 2003, anexo D).
Según cada proyecto, para el **dimensionado térmico de las cajas de escaleras** se puede partir de una temperatura de 15 °C. El acondicionamiento térmico se ha de garantizar en caso necesario mediante un radiador en la planta inferior de la caja de escalera.

Valores de diseño de materiales y materiales de construcción
Para el cálculo de los valores U, en la verificación de la conformidad de protección térmica se necesitan los **parámetros energéticos característicos** de los diferentes materiales de construcción.
Estos son los denominados **valores de diseño** de conductividad y resistencia térmicas para materiales y construcciones, al igual que los valores de diseño para las transmitancias térmicas de acristalamientos, ventanas y puertas acristaladas, incluida la carpintería. Los valores de diseño se pueden tomar, p. ej., de las tablas de la norma **DIN EN 12524.**
Sin embargo, en esta norma no están comprendidos algunos elementos de construcción, como, p. ej., aislamientos o piezas para obra de fábrica; para estos debe deducirse el valor de diseño del denominado **valor nominal según DIN V 4108-4** o de los **certificados de homologación/documentos de idoneidad técnica** u otras normas.
En la conversión del valor nominal de un producto o material de construcción se multiplica el valor nominal por factores de conversión para temperatura, humedad y envejecimiento. Además, a los valores nominales de conductividad térmica de aislantes hay que aplicarles un coeficiente de seguridad $\gamma = 1{,}2$ determinado por el comité técnico de normalización competente. Deberá tener vigor para todos los materiales de aislamiento térmico según las normas europeas armonizadas provistos del marcaje CE. La norma DIN V 4108-4 resuelve la conversión al valor de diseño para todos los productos de construcción habituales de forma tabulada.

En este sentido, deben aplicarse las normas DIN V 4108-4 y DIN EN 12524 para determinar los parámetros energéticos característicos para el cálculo del aislamiento térmico, según la nueva ordenanza alemana.

Instalación térmica y preparación de agua caliente sanitaria
Las instalaciones de calefacción y de agua caliente sanitaria se deben ejecutar según las exigencias de la EnEV 2007.

Protección solar
Según la ordenanza alemana, debe verificarse el aislamiento térmico en régimen de verano, independientemente del porcentaje de ventanas del edificio según **DIN 4102, parte 2**. Por tanto, el aislamiento térmico en régimen de verano depende de la **zona climática** y del **coeficiente de ganancia térmica solar S** de los elementos transparentes del cerramiento exterior.
La verificación de aislamiento térmico en régimen de verano depende entre otros factores de las siguientes magnitudes de influencia: Factor solar del vidrio, inclinación y orientación de la ventana, fracción del hueco ocupada por el marco, el factor de sombra para la eficiencia del dispositivo de sombra, proporción de la superficie de huecos en la fachada (por recinto), zona climática (emplazamiento del edificio), construcción ligera o maciza (capacidad de acumulación térmica eficiente). Estas influencias se subsuman en un coeficiente de ganancia térmica solar máximo admisible $S_{máx.}$ que no debe ser excedido por el coeficiente de ganancia térmica solar por recintos S.

Estanquidad al viento y al aire
Según la ordenanza alemana, deben construirse edificios de nueva planta de modo que la envolvente térmica, incluidas las juntas, se selle acorde al estado actual de la técnica de modo **permanentemente estanco.**
En el cálculo según la ordenanza alemana se admite para **instalaciones de ventilación mecánica** el cómputo de la **recuperación de calor** o de un **coeficiente de renovación del aire** reducido por dispositivos de control, si se comprueba la estanquidad del edificio según la misma. Además, las instalaciones de ventilación deben estar equipadas con dispositivos que permitan al usuario la regulación de los caudales de ventilación de cada unidad de uso. También debe garantizarse que el calor recuperado del aire extraído se utilice primordialmente antes que la energía térmica producida por el sistema de calefacción. También cabe tener en cuenta un ensayo de estanquidad al aire en el cálculo de la demanda energética primaria anual en la verificación del aislamiento térmico.

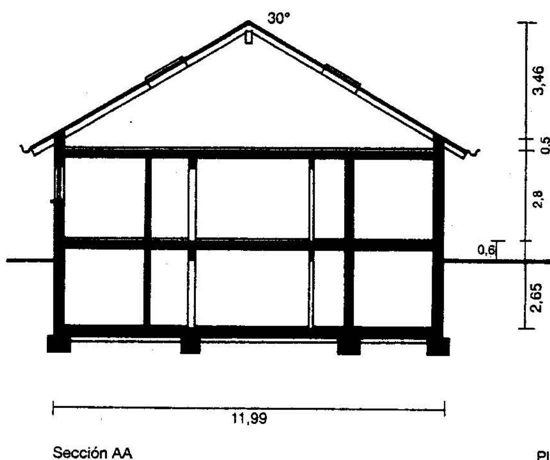
Puentes térmicos
Para un buen aislamiento térmico no solo se necesitan elementos constructivos altamente aislados, sino también buenas uniones entre ellos. En el ámbito de estas uniones se corre el riesgo de tener pérdidas térmicas adicionales y bajas temperaturas en la superficie interior del elemento constructivo durante la temporada de calefacción. Las consecuencias serían el consumo adicional de energía térmica y la posibilidad de que se formen rocío y mohos. En este caso hay que tener en cuenta que este efecto de puente térmico puede tener consecuencias mucho mas serias en componentes altamente aislantes que en elementos constructivos con poco aislamiento térmico. Deben tenerse en cuenta los puentes térmicos en el cálculo de la demanda de energía térmica anual elevando los valores de transmitancia térmica (valores U) o mediante la comprobación detallada.

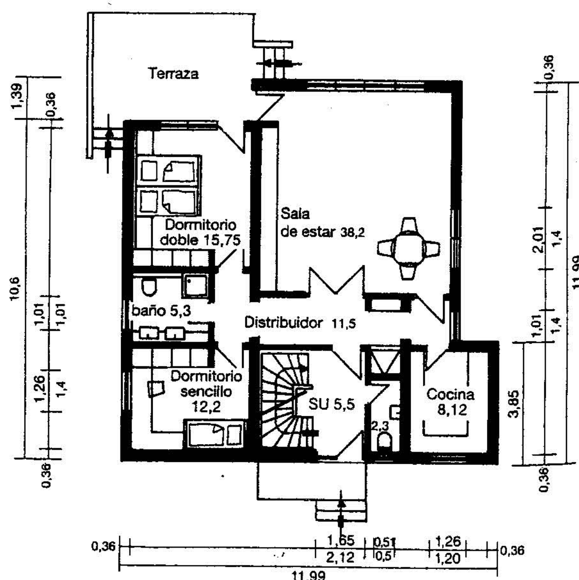
EnEV 2007
DIN EN 832
DIN 4108
DIN EN 12524
DIN V 18599

Cálculo de la demanda de energía primaria anual según la ordenanza alemana EnEV

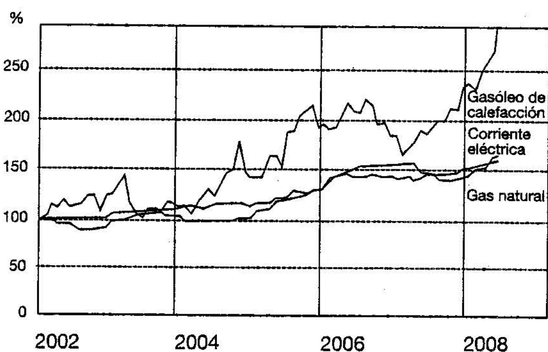
Volumen a calentar		Va:	535,86 m³					
Superficie útil		AN = 0,32* Va:	171 m³					
Elemento constructivo	**Especificación**	**Superficie**	**Coeficiente de transmisión de calor U**	**Factor de corrección de la temperatura**			**Pérdidas de calor**	**Unidad**
		m²						
Muro exterior		147,35	0,24		1		35,364	W/K
Hastial	Este/oeste	0	0,17		1		0	W/K
Ventana	Norte	9,41	0,8		1		7,528	W/K
	Este/oeste	7,01	0,8		1		5,608	W/K
	Sur	8,5	0,8		1		6,8	W/K
	Tejado	3,28	0,8		1		2,624	W/K
Puerta de entrada	Norte	3,5	1,4		1		4,9	W/K
Cubierta inclinada	En contacto con el exterior	159,78	0,13		1		20,771	W/K
Forjado	En bajocubierta aislada	0	0,19		0,5		0	W/K
Solera	Sobre el terreno	154,95	0,19		0,5		14,72	W/K
	Sumatorio Σ A:	**493,78**		**Sumatorio Σ A*U*F**			98,316	W/K
Suplemento por puentes térmicos					H_{WB}			W/K
Pérdidas de calor por transmisión H_T				Sumatorio Σ A*U*F+H_{WB}			98,316	W/K
Volumen de aire V	Edificio de hasta 3 plantas			0,76 V_e			407,253	m³
	Edificio con más de 3 plantas			0,8*V_e				m³
Pérdidas de calor por ventilación H_V		Estanquidad al aire $n_{50} > 3\ h^{-1}$		0,7*0,34*V_a				W/K
		Estanquidad al aire $n_{50} < 3\ h^{-1}$		0,6*0,34*V_a			109,314	W/K
Factor de superficie exterior						A/V_a	0,922	m^{-1}
Aporte térmico solar a través de elementos transparentes	Elemento constructivo	Superficie	Grado de traspaso de energía g	F_F	F_S	F_C	Ganancia específica A*g*0,9*F_F·F_S·F_C	
	Ventana norte	9,41	0,53	0,7	0,9	1	2,83	
	Ventana este/oeste	7,01	0,53	0,7	0,9	1	2,11	
	Ventana sur	8,5	0,53	0,7	0,9	1	2,55	
	Puerta de entrada	3,5	0,8	0,7	0,9	1	1,59	
Aporte térmico solar a través de elementos opacos			Grado de absorción a	Factor de forma F_t				
	Muro exterior		0,5	0,5				
	Cubierta, paños inclinados		0,8	1				
Captación de calor al interior	Referido a la superficie			5 W/m²			855	W
Capacidad específica de almacenamiento de calor C_w*V_e	Construcciones masivas			50 Wh/m³K*V_e			26.793	Wh
	Construcciones ligeras			15 Wh/m³K*V_e				
Calor requerido anualmente para calefacción	Absoluto			Qh = Q_T+Q_V-Q_g			5.597	kWh/a
	Específico			Q'$_h$			33,11	kWh/m²a
Coeficiente instalación e_p				e_p			1,29	
Energía primaria requerida		Existente	Q_p exist. = ep*(Q"h + 12,5)				58,94	kWh/m²a
		Permitida	Q"p perm. = 50,94 + 75,29*A/V_e + 2.600/(100 + AN)				116,52	kWh/m²a
Pérdidas por transmisión de calor específicas de la envolvente		Existente	H'T exist. = HT/A				0,24	W/m²K
		Permitida	H'T perm. = 0,3 + 0,15/ (A/V_e)				0,77	W/m²K
Energía requerida		Térmica	Gas/fuel/electricidad	q WE,E			51,8	kWh/m²a
		Energía suplementaria	Electricidad	q HE,E			2,3	kWh/m²a

EnEV 2007
DIN EN 832
DIN 4108
DIN EN 12524
DIN V 18599

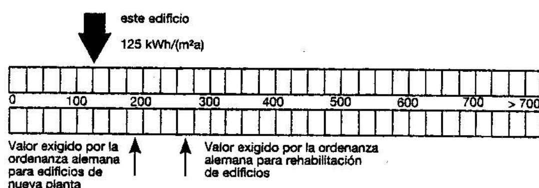




1 Ejemplo de cálculo: comprobación de la demanda de energía primaria anual de una vivienda unifamiliar según la ordenanza alemana



❶ Evolución en promedio de los precios de los suministradores de energía [05]



❷ Tabla gráfica para la evaluación y comparación de la demanda energética anual de un edificio con relación a otro edificio convencional similar (ejemplo)

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes (2)

Energiebedarf

CO_2-Emissionen 1) kg/(m²·a)

Endenergiebedarf dieses Gebäudes kWh/(m²·a)

0 50 100 150 200 250 300 350 ≥400

kWh/(m²·a)

Primärenergiebedarf dieses Gebäudes („Gesamtenergieeffizienz")

Anforderungen gemäß EnEV 2)

Primärenergiebedarf

Ist-Wert kWh/(m²·a) Anforderungswert kWh/(m²·a)

Energetische Qualität der Gebäudehülle H'_T

Ist-Wert W/(m²·K) Anforderungswert W/(m²·K)

Sommerlicher Wärmeschutz ☐ eingehalten

Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren

☐ Verfahren nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10

☐ Verfahren nach DIN V 18599

☐ Vereinfachungen nach § 9 Abs. 2 EnEV

Ersatzmaßnahme nach § 7 Nr. 2 EEWärmeG 3)

Die Ersatzmaßnahme wird zu % erfüllt.

Endenergiebedarf

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m²·a) für Heizung	Warmwasser	Hilfsgeräte 4)	Gesamt in kWh/(m²·a)

Sonstige Angaben

Einsetzbarkeit alternativer Energieversorgungssysteme

☐ nach § 5 EnEV vor Baubeginn geprüft

Erneuerbare Energien werden genutzt für:

☐ Heizung ☐ Warmwasser

☐ Lüftung ☐ Kühlung

Lüftungskonzept

Die Lüftung erfolgt durch:

☐ Fensterlüftung ☐ Schachtlüftung

☐ Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung

☐ Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Vergleichswerte Endenergiebedarf

0 50 100 150 200 250 300 350 ≥400

Passivhaus · MFH Neubau · EFH Neubau · EFH energetisch gut modernisiert · Durchschnitt Wohngebäude · MFH energetisch nicht wesentlich modernisiert · EFH energetisch nicht wesentlich modernisiert 5)

Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Die Energieeinsparverordnung lässt für die Berechnung des Energiebedarfs zwei alternative Berechnungsverfahren zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte sind spezifische Werte nach der EnEV pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A_N).

1) freiwillige Angabe 2) nur bei Neubau; Primärenergiebedarf auch bei Modernisierung nach § 9 Abs. 1 Satz 2 EnEV
3) nur bei Neubau im Falle der Anwendung von § 7 Nr. 2 Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz 4) ggf. einschließlich Kühlung
5) EFH: Einfamilienhäuser, MFH: Mehrfamilienhäuser

❸ Formulario ejemplar de un certificado de eficiencia energética para edificios residenciales en Alemania con escala gráfica de calificación y valores comparativos (extracto) [06]

El certificado de eficiencia energética

Generalmente, según la ordenanza alemana dentro de ciertos plazos y con ciertas limitaciones, debe expedirse un certificado de eficiencia energética para edificios de nueva planta, en el caso de cambios constructivos, en cuyo contexto se hacen cálculos energéticos para todo el edificio, al igual que normalmente en el caso de venta o nuevo arrendamiento de edificios existentes (a excepción de, p. ej., los monumentos históricos).

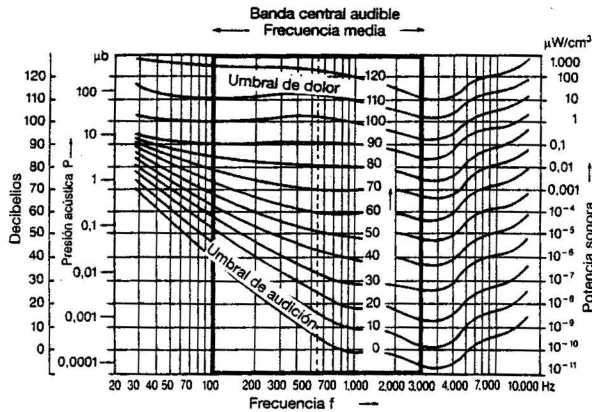
El certificado de eficiencia energética documenta la demanda o el consumo de energía de un edificio y facilita una comparación sencilla con edificios tipo similares, gracias a una escala gráfica de calificación → ❷.

El procedimiento para el cálculo de los valores característicos energéticos reflejados en el certificado de eficiencia energética están prescritos en la ordenanza alemana → pág. 483: la **demanda energética** es la demanda anual de energía primaria y la demanda final de energía, el consumo de energía con el coeficiente de consumo energético.

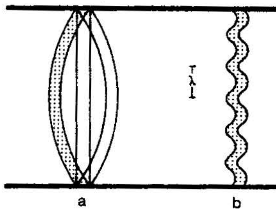
La **demanda de energía primaria** representa la eficiencia energética total de un edificio. De la energía final también considera la cadena previa (p. ej., exploración, explotación, distribución, conversión) de la fuente de energía utilizada respectivamente. Los valores bajos indican una demanda reducida y, por tanto, una eficiencia energética alta y un uso de la energía respetuoso con los recursos y el medio ambiente. La demanda de energía final indica la cantidad de energía requerida al año, calculada acorde a las reglas técnicas para calefacción, ventilación y agua caliente (en edificios no residenciales también para aire acondicionado e iluminación), y es una medida para la eficiencia energética de un edificio y sus instalaciones técnicas. Los valores bajos indican una demanda reducida y, por tanto, una eficiencia energética alta.
Estos datos se calculan matemáticamente basándose en documentos del proyecto y otros documentos relativos al edificio, y suponiendo condiciones secundarias estandarizadas (p. ej., datos climáticos, comportamiento de uso, temperatura interior).
De este modo, se pretende documentar la calidad energética del edificio con independencia del comportamiento de los usuarios y de las condiciones climáticas; sin embargo, los valores calculados no permiten conclusiones acerca del consumo real de energía, debido a las condiciones secundarias estandarizadas.

El **coeficiente de consumo de energía** de un edificio se calcula basándose en las facturas de calefacción y agua caliente y en otros datos de consumo. Mediante factores climáticos, el consumo de energía registrado para calefacción se convierte en un valor promedio para Alemania.
El coeficiente de consumo de energía da indicios acerca de la calidad energética del edificio y de su instalación de calefacción; sin embargo, pueden aparecer claras diferencias debido al comportamiento del usuario en cuanto a calefacción y ventilación.

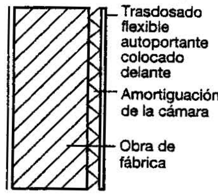
La ordenanza alemana contiene en sus anexos patrones para los certificados de eficiencia energética de edificios residenciales y no residenciales → ❸.
En edificios públicos de más de 1.000 m², la etiqueta de eficiencia energética debe estar a la vista. Los certificados de eficiencia energética se expiden por cualificados especialistas de la edificación para un plazo de validez de diez años.
Si existieran medidas posibles para mejoras razonables de las cualidades energéticas del edificio, se adjuntan al certificado de eficiencia energética como recomendaciones de modernización.
El certificado de eficiencia energética proporciona ventajas en la comercialización de edificios, ofrece alicientes para la inversión y además seguridad adicional en decisiones de alquiler o compra.



❶ Relación entre nivel de sonoridad (fonos), presión acústica (μbar), nivel de intensidad acústica (dB) y nivel de potencia acústica (μW/cm²)



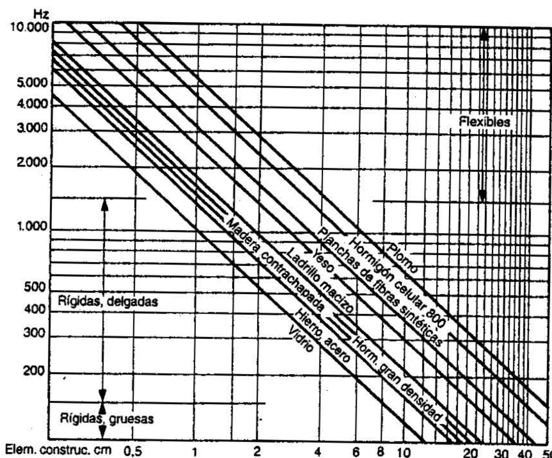
❷ Representación de las ondas de flexión de frecuencia normal en una pared: la pared no vibra como un todo (→ a), sino por partes (→ b)



❸ Mejora del aislamiento contra ruido aéreo de hasta 7 dB, con trasdosado autoportante colocado delante con amortiguación de la cámara

0- 10	Umbral de audición
20	Suave crujir de las hojas
30	Límite inferior de los ruidos domésticos más usuales
40	Nivel medio de los ruidos domésticos. Conversaciones en voz baja. Calle residencial tranquila
50	Conversaciones normales. Música de radio a volumen normal en una sala cerrada
60	Ruido de un aspirador silencioso. Nivel normal de ruido en una calle comercial
70	Máquina de escribir, timbre de teléfono a 1 m de distancia
80	Calle muy transitada. Sala de máquinas de escribir
90	Taller ruidoso
100	Bocina de coche a 7 m de distancia. Motocicleta
100-130	Taller muy ruidoso (cerrajería)

❹ Escala de intensidad acústica (en dB)



❺ Frecuencias límite para planchas de diferentes materiales

Ruido

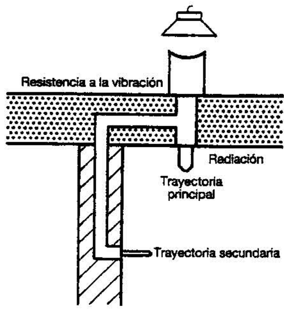
El sonido se expande en ondas mecánicas y expansivas que causan aumentos y reducciones diminutos de presión respecto a la presión atmosférica (= 1,0333 kg/cm²), medidos en microbares (mb) (presión sonora hablando en voz alta = aprox. una millonésima de atmósfera). Las **vibraciones sonoras audibles para el oído humano** se encuentran en el ámbito de frecuencias de **20 a 20.000 Hz**; 1 Hz (hercio) = 1 vibr./s (en la edificación, el **ámbito de frecuencias** a considerar se limitó al que se extiende de los **100 a 3.200 Hz**, a los que el oído humano es especialmente sensible). Las presiones acústicas alcanzan en la audición humana desde el **umbral de audición** hasta el **umbral doloroso** → ❶. Este umbral auditivo se subdivide en 12 partes = **12 Bel (B)** (de A. G. Bell, inventor del teléfono). Como 1/10 Bel = **1 decibelio** (dB), es el umbral perceptible por el oído humano como diferencia de presión acústica, a una frecuencia de 1.000 Hz, se ha adoptado el decibelio como medida física para medir la potencia acústica referida a la unidad de superficie → ❶. Generalmente, el nivel de intensidad acústica se mide en dB (A), o, por encima de 60 dB, en dB (B), una medida que corresponde aprox. al antiguo fono.

Protección contra el ruido

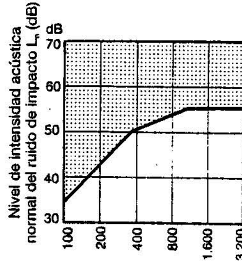
Como protección contra el ruido se consideran todas aquellas medidas que reducen la transmisión acústica desde un foco emisor hasta el receptor, aunque no siempre es posible evitarla por completo. Si la **fuente sonora** y el receptor están en la misma sala, la reducción se produce por **absorción acústica**; si están en salas diferentes, ocurre sobre todo por **aislamiento acústico.** En el aislamiento acústico, en función de cómo se realice la transmisión acústica, se distingue entre aislamiento del **sonido transmitido por el aire** (ruido aéreo), aislamiento del **sonido transmitido por cuerpos sólidos** (ruido de impacto) y ruido de pisadas (ruido de impacto que se genera andando sobre un forjado o una escalera, o excitándolos de modo similar).

Para indicar el aislamiento acústico se utiliza generalmente el índice global de reducción acústica aparente, R'w; es decir, la diferencia del nivel de presión sonora entre el recinto emisor (recinto ruidoso) y el recinto receptor (recinto silencioso), teniendo en cuenta las vías indirectas a través de elementos laterales. En el caso del ruido de impactos se calcula de modo análogo el nivel global de presión de ruido de impactos normalizado.

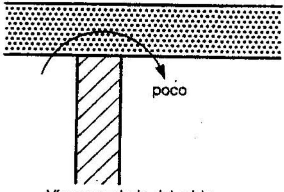
La propagación del sonido por el aire se lleva a cabo en forma de ondas longitudinales, en sólidos en forma de ondas de flexión → ❷ (velocidad de propagación en onda longitudinal 340 m/s, en onda de flexión diferente según material, grosor de la capa y frecuencia).
La frecuencia límite es aquella en la que la velocidad de propagación de la onda de flexión en un elemento constructivo es igualmente de 340 m/s; en esta frecuencia funciona especialmente bien la transmisión del sonido del aire al elemento constructivo y, a la inversa, el aislamiento acústico del elemento, por tanto, especialmente mal, peor de lo que se espera con relación al peso de la pared. En elementos constructivos rígidos y pesados, la frecuencia límite se sitúa por encima, en flexibles y finos, por debajo del espectro de frecuencias → ❺.
Por principio, el **aislamiento acústico** se efectúa **mediante masa,** con elementos constructivos pesados y gruesos, de modo que primero se pierde la energía acústica por la transmisión del sonido del aire al elemento constructivo y, después, por la excitación de la masa del elemento y finalmente por la repetida transmisión al aire. Si se excita directamente el elemento constructivo (ruido de impacto), su aislamiento acústico es menor por naturaleza.
Construcciones ligeras de aislamiento acústico en forma de trasdosados flexibles (con relleno de atenuación en la cámara para evitar las múltiples reflexiones del ruido) aprovechan en cambio la múltiple transmisión aire-sólido-aire-sólido-aire → ❸.



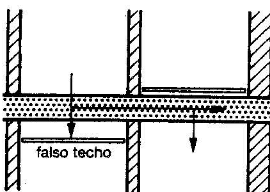
❶ Transmisión del sonido aéreo



❷ Curva teórica del sonido aéreo



❸ Vía secundaria del ruido a través de elementos monocapa en los flancos adyacentes

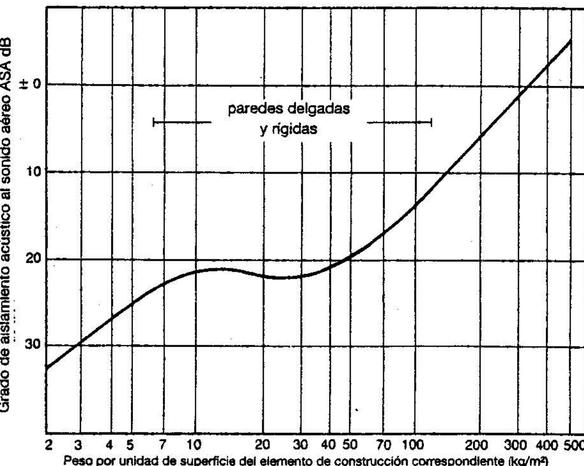


❹ Propagación en diagonal

1	Puerta con durmiente sin junta especial	hasta 20 dB
2	Puerta con durmiente y junta especial	hasta 30 dB
3	Puerta doble con durmiente, sin junta especial y de abertura por separado	hasta 30 dB
4	Puerta doble pesada, con durmiente y junta especial	hasta 40 dB
5	Puerta con aislamiento acústico	hasta 50 dB
6	Ventana sencilla sin sellado suplementario	hasta 15 dB
7	Ventana sencilla bien sellada	hasta 25 dB
8	Ventana doble sin sellado suplementario	hasta 25 dB
9	Ventana doble bien sellada	hasta 30 dB
10	Acristalamiento aislante 4/12-16/4 mm	hasta 32 dB

❺ Aislamiento acústico de puertas y ventanas según DIN 4109

Hormigón pesado* (2.200 kg/m³) 6,25 | 12,5 | 25
Ladrillo macizo*, bloques de piedra arenisca* (1.800 kg/m³) 5,25 | 11,5 | 24
Ladrillo hueco* (1.400 kg/m³) 5,25 | 11,5 | 24 | 36,5
Hormigón ligero* (800 kg/m³) 6,25 | 12,5 | 25 | 37,5
* Paredes enlucidas por ambos lados
Clinquer (1.900 kg/m³) 5,25 | 11,5 | 24
0,3 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 Vidrio (2.600 kg/m³)
0,3 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 Fibrocemento prensado (2.000 kg/m³)
Yeso (1.000 kg/m³) 1 | 1,5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25
0,3 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 3 Madera contrachapada (600 kg/m³)



❻ Aislamiento acústico: peso por unidad de superficie y grosor de los elementos de construcción (según Gösele)

El sonido que se propaga por el aire estimula al sólido al que llega → ❶; con ello aumenta la influencia de la frecuencia límite en el aislamiento acústico → ❻.
La norma DIN 4109 fija los valores para el aislamiento contra la transmisión aérea para la protección contra la transmisión de ruido desde un recinto habitable o de actividad (índice global de reducción acústica aparente incluidas las vías secundarias, R'w) → ❼.

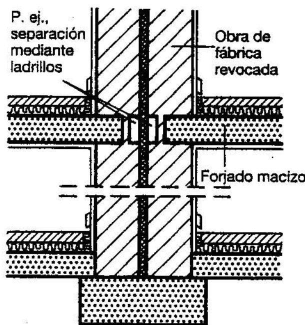
Las **"vías secundarias"** tienen más importancia en el aislamiento frente a los sonidos aéreos que en la amortiguación de los ruidos de impacto (por ello, los ensayos sobre el grado de aislamiento acústico de una sala deben realizarse considerando las "vías secundarias más usuales en la construcción"). Como vías secundarias de transmisión actúan especialmente las capas rígidas con un peso entre 10 y 160 kg/m²; por esto, los tabiques de división entre viviendas deberían pesar al menos 400 kg/m².

Las puertas y ventanas, debido a su escasa capacidad de aislamiento acústico → ❺, influyen especialmente, de forma negativa, en el aislamiento del sonido aéreo; incluso cuando la proporción de huecos respecto a la superficie total es pequeña, el aislamiento acústico total suele estar por debajo de la media aritmética del aislamiento acústico de paredes y huecos; por ello es preferible mejorar primero el aislamiento acústico de puertas y ventanas.
Las **paredes** con aislamiento acústico insuficiente pueden mejorarse colocando sobre ellas un trasdosado → pág. 486 ❸.
Estos son especialmente aislantes si son flexibles y se montan sobre aislante blando y flexible (amortiguación del espacio intermedio).
Las capas flexibles son relativamente insensibles a los pequeños puentes acústicos (al contrario de lo que ocurre con las capas rígidas).
Para realizar paredes con trasdosado de aislamiento acústico deben emplearse siempre sistemas constructivos homologados.
Los trasdosados de enlucido sobre materiales aislantes de dureza normal (p. ej., sobre porexpán) reducen considerablemente el aislamiento acústico.

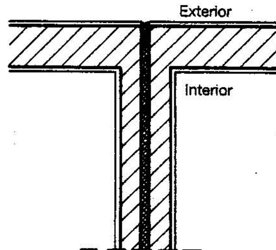
Elemento constructivo	Aislamiento a ruido aéreo R'w (dB)	Aislamiento a ruido de impactos L'n,w (dB)
Edificios de altura con recintos de estancia y trabajo		
Paredes de separación de viviendas	53	
Paredes al lado de corredores comunes y cajas de escalera	52	
Forjados y escaleras de separación de viviendas	54	53
Forjados sobre sótanos, corredores, cajas de escalera	52	53
Tramos y descansillos de escalera		58
Puertas que comunican cajas de escalera con pasillos de vivienda	27	
Escuelas y locales de enseñanza		
Paredes entre aulas de clase y cajas de escalera	47	
Forjados entre aulas de clase	55	53
Puertas que comunican aulas de clase con corredores	53	
Alojamientos, hospitales, sanatorios		
Paredes de cuartos de hospedaje, habitaciones de hospitalización y de exploración	47	
Forjados en general	54	53
Puertas de salas de exploración y consultorios		58
Tramos y mesetas de escalera	37	

Los valores indicados para el aislamiento acústico de las particiones son válidos para el aislamiento resultante de todos los materiales de construcción y vías secundarias implicadas en la transmisión del ruido en estado construido.
Los valores para puertas son válidos para la transmisión exclusivamente a través de la puerta.

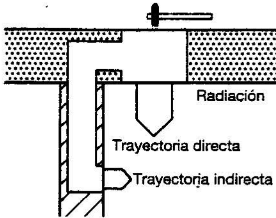
❼ Protección de estancias contra la transmisión de ruido desde recintos de estancia y trabajo ajenos (exigencias mínimas según DIN 4109, tabla 3, extracto) [07]



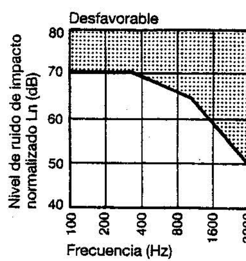
❶ Pared de separación formada por dos capas, con una junta de separación continua



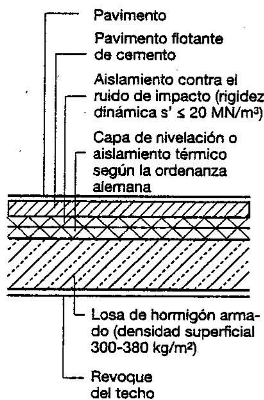
❷ Planta → ❶



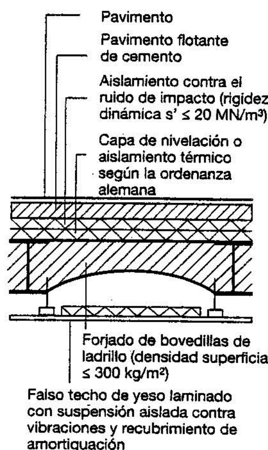
❸ Transmisión del ruido de impacto



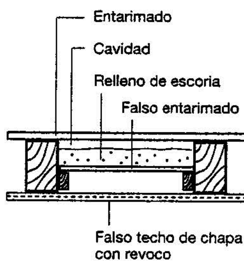
❹ Curva teórica del ruido de impacto



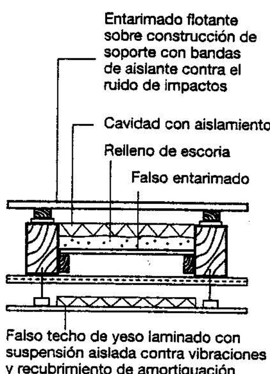
❺ Losa con recubrimiento flotante (R'w 55-57 dB, L'n,w aprox. 50 dB) → pág. 487 ❼



❻ Forjado de bovedillas mejorado acústicamente (R'w aprox. 58 dB, L'n,w aprox. 47 dB) → pág. 487 ❼



❼ Forjado de vigas de madera convencional en edificio existente (R'w aprox. 45 dB, L'n,w aprox. 66 dB) → pág. 487 ❼



❽ Forjado de vigas de madera con mejoras acústicas (R'w aprox. 54 dB, L'n,w aprox. 54 dB) → pág. 487 ❼

Medianeras

La ilustración → ❶ muestra una medianera de doble hoja con una junta de separación a lo largo de todo el fondo del edificio.

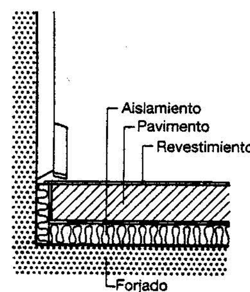
La **masa superficial** de las hojas individuales con revoco tiene que ser de **150 kg/m² como mínimo**, el ancho de la junta de separación como mínimo de 30 mm. Con una anchura de la junta de separación (separación entre hojas) de más de 50 mm, la masa de cada hoja puede descender a 100 kg/m².

El intersticio de la junta se ha de rellenar en toda su superficie con paneles de aislante de fibra según DIN 18165 parte 2, tipo de aplicación T (paneles de aislamiento a ruido de impacto o paneles para juntas de separación homologadas al respecto) colocados sin juntas.

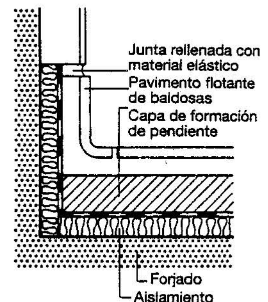
Para **hojas de hormigón in situ** se deben utilizar paneles de aislante de fibra con especial aptitud para las altas solicitudes que se dan en el hormigonado.

Si la masa superficial de las hojas individuales **> 200 kg/m²** y la anchura de la junta de separación es **> 30 mm**, puede prescindirse de la colocación de capas de aislante, si con medidas apropiadas se pueden excluir los puentes acústicos debidos al proceso de elaboración (p. ej., colocando encofrados que se retiran después).

Para los muros de doble hoja puede deducirse el **índice de reducción acústica aparente R'w,R** de la suma de las masas superficiales de ambas hojas individuales (p. ej., según DIN 4109, suplemento 1, tabla 1). La junta de separación libre de puentes acústicos para la ejecución del muro de doble hoja puede suponerse con una mejora de 12 dB.



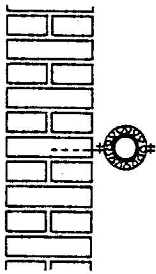
❾ Enlucido realizado tras la colocación del pavimento, en el caso de paredes de gran densidad



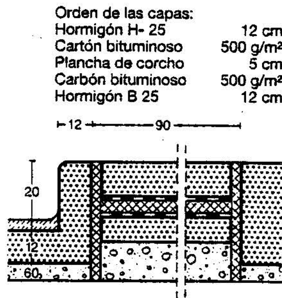
❿ Embaldosado flotante (baños)

Amortiguación del ruido de impacto

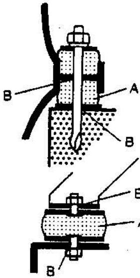
En el caso del ruido de impacto se excita directamente el forjado, que se pone a vibrar. La curva teórica, según DIN 4109 → ❹ indica el nivel máximo de **ruido de impacto normalizado** que puede escucharse en una sala situada debajo de una habitación donde actúa una "máquina de impactos" normalizada. Además, debido a la influencia de la fatiga por envejecimiento de los materiales, al finalizar la obra dichos valores deben ser más favorables en 3 dB. El ruido de impacto suele amortiguarse mediante un **pavimento flotante** que consta de una capa elástica de **aislamiento** sin juntas recubierta y una **capa de protección**, sobre la que se coloca la capa de acabado de mortero de cemento o anhidrita (los grosores se indican en DIN 4109, hoja 3). El pavimento flotante también proporciona aislamiento frente al sonido aéreo; por tanto, puede emplearse para todo tipo de forjados (grupos I y II): debe disponerse una junta elástica en el **perímetro** para que pueda moverse → ❾ y puede a lo sumo sellarse con masa elástica → ❿, pues se trata de una capa rígida muy sensible a los puentes acústicos. En los forjados cuyo grado de aislamiento acústico frente al ruido aéreo sea suficiente debido a su tipo de construcción (grupos I y II), el amortiguamiento de los ruidos de impacto también puede conseguirse colocando un pavimento elástico. Los forjados del grupo I pueden pasar al grupo II colgando por debajo un falso techo elástico. La medida en que un pavimento flotante o un revestimiento elástico mejora la amortiguación del ruido de impacto se denomina índice de mejora IM (dB).



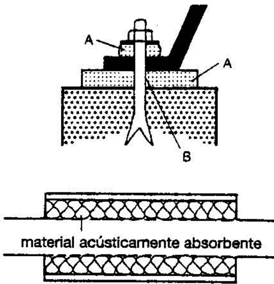
❶ Abrazadera con aislamiento acústico



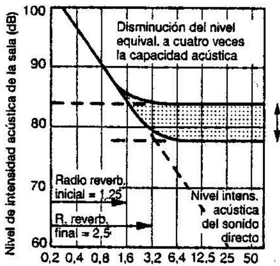
❷ Cimentación de una caldera con aislamiento acústico; ancho = 90 cm



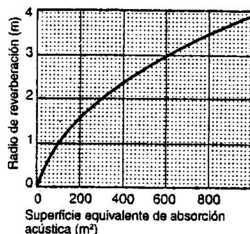
❸ Pieza de metal y caucho



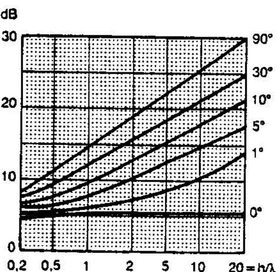
❹ Conducto revestido con un material absorbente (amortiguador de telefonía)



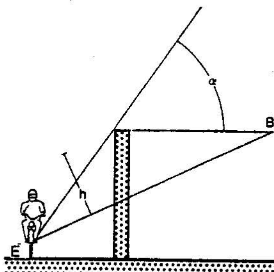
❺ Se puede reducir el nivel del sonido reflejado tomando medidas para absorberlo. Se aumenta el radio de reverberación y al mismo tiempo disminuye el nivel sonoro en el exterior del radio de reverberación primitivo



❻ Radio de reverberación y capacidad de absorción acústica de una sala



❼ Aislamiento acústico que producen los obstáculos situados al aire libre (A. I. King). En las ordenadas, lectura del apantallamiento en función del ángulo α → ❽; altura en metros y longitud en % de las longitudes de onda. Ejemplo: α = 30°, h = 2,50 m: para 500 Hz (frecuencia media) λ = 340/500 = 0,68 y h/% = 2,50/0,68 = 3,68, por lo tanto el apantallamiento es igual a 17 dB



❽ Croquis de medidas → ❼
E = emisor
B = receptor

Ruido y vibraciones de las instalaciones

El ruido y vibraciones de las instalaciones puede ser **ruido de griferías, ruido en conductos o sonidos de llenado y vaciado**. El máximo nivel de presión sonora admisible para el ruido de las instalaciones de viviendas ajenas es de 35 db (A). Parte de instalaciones técnicas que emiten ruidos (tuberías de agua y desagüe, conductos de gas, sistemas de recogida de residuos por bajantes, ascensor) no deben construirse en los cerramientos de recintos de estancia silenciosos (sala de estar, dormitorios).

El remedio para los **ruidos de grifería** lo proporcionan griferías aisladas acústicamente con marcaje de homologación. Para ello se autoriza el uso del grupo I con ≤ 20 db z (A) de nivel de presión sonora de la grifería en todo lugar, el grupo II con ≤ 30 db p (A) de nivel de presión sonora solo en paredes de la vivienda, al igual que en paredes que dan a locales sanitarios ajenos. Puede lograrse una mejora adicional de toda la grifería mediante silenciadores. **Ruidos de conductos** se producen por la formación de remolinos en las tuberías; el remedio es el uso de codos en lugar de angulares, dimensiones suficientes y apoyos aislantes → ❶.

Los **ruidos de llenado** se generan cuando el agua cae sobre las paredes de la bañera, etc.; como remedio, los objetos pueden recubrirse con amortiguamiento, instalar aireadores en los grifos o apoyos aislantes (en tal caso, también entrega del borde con junta elástica). Los **ruidos de vaciado** (ruidos de borboteo) se evitan mediante un dimensionado correcto y la ventilación de los conductos de desagüe. Las **calderas de calefacción** se han de aislar acústicamente mediante: colocación aislada acústicamente (cimiento propio→ ❷), bancada o soportes antivibratorios debajo de la caldera, *capot* de insonorización para el quemador, conexión a la chimenea con conectores flexibles de amortiguación al igual que la conexión a la red de calefacción con manguitos de goma.

La transmisión de ruido a través de **conductos e instalaciones de ventilación e instalaciones de aire acondicionado** se reduce mediante silenciadores especiales ("de telefonía"). Estos consisten en rellenos absorbentes entre los cuales circula el aire → ❹. Cuanto más grosor tenga el relleno, más bajas son las frecuencias que se amortiguan. También los conductos de ventilación deben apoyarse sobre amortiguadores acústicos → ❹.

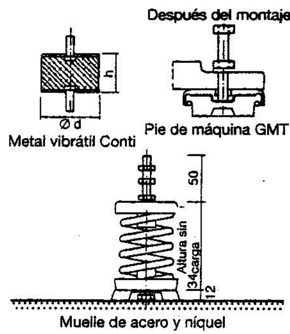
Absorción acústica

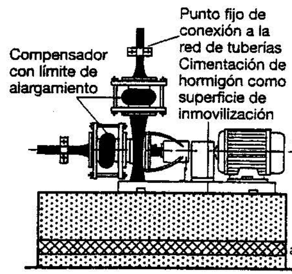
A diferencia del aislamiento acústico, la absorción acústica no reduce la transmisión de un sonido a través de un elemento constructivo, ni influye en el sonido que llega directamente al oído desde la fuente sonora. Solo **reduce el sonido reflejado**. Como el sonido directo disminuye al aumentar la distancia al emisor, a partir de un determinado "radio de reverberación" en torno al foco emisor, el sonido reflejado es igual o incluso más fuerte que el sonido directo → ❺. Si el sonido reflejado se reduce, disminuye el nivel del mismo fuera del anterior radio de reverberación. La capacidad de absorción acústica de una sala se mide en m² de superficie de absorción acústica equivalente; la superficie absorbente ideal tendría la misma capacidad de absorción que la propia sala (para un tiempo de reverberación de 1,5 s, la superficie de absorción acústica equivalente S ha de ser V = 0,1 m²/m³ de la sala, para un tiempo de reverberación igual a la mitad sería el doble).

Aislamiento frente al ruido procedente del exterior

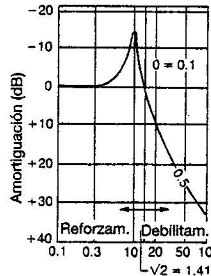
El aislamiento frente a los ruidos del exterior (tránsito, etc.) se consigue mediante: diseño adecuado de los edificios: situar los espacios de trabajo y descanso lejos de las fuentes sonoras del exterior; aislar acústicamente las paredes exteriores, sobre todo ventanas y puertas exteriores; colocar pantallas acústicas en la fachada. También puede mejorarse el aislamiento acústico modelando el terreno circundante: levantando muros, plantando árboles o arbustos y ajardinando el entorno. El grado de aislamiento acústico que se consigue mediante arbustos, muros y demás pantallas para las diferentes longitudes (longitud de onda aprox. igual a 340 m/frecuencia).

DIN 4109

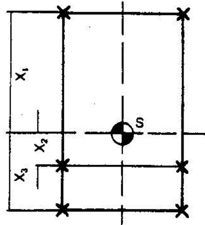




❶ Ejemplos de muelles aislados

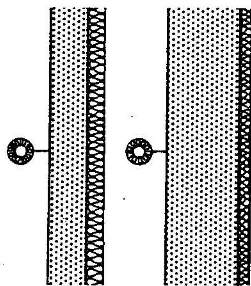


❸ Eficacia de los soportes elásticos

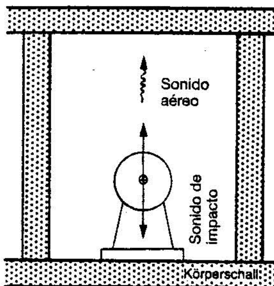


❷ Apoyo de máquina sobre una cimentación con estrato elástico

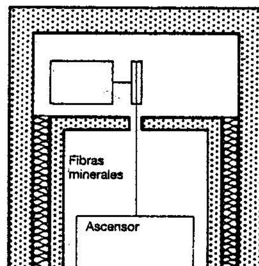
❹ Ajuste de muelles al centro de gravedad



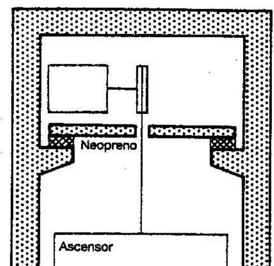
❺ Pared ligera = gran sensibilidad ante un impacto
Pared pesada = escasa sensibilidad ante un impacto



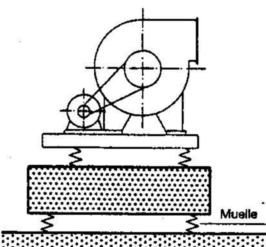
❻ Propaganda de un sonido de impacto a través de un cuerpo sólido



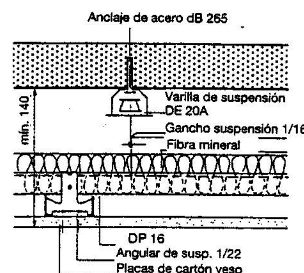
❼ Caja de ascensor separada a ≥ 3 cm por fibras minerales



❽ Caja de ascensor apoyada sobre neopreno



❾ Ventilador colocado sobre un apoyo elástico doble



❿ Ejemplo de un elemento de forjado de metal vibrátil

Ruido transmitido a través de los sólidos

Las vibraciones en los elementos sólidos se deben al sonido propagado a través de ellos. Pueden tener su origen en un sonido aéreo o bien en un impacto mecánico directo → ❻.

Como las fuerzas de intercambio mecánicas suelen ser mayores que las producidas por los cambios en la presión del aire, el sonido audible también suele ser mayor en el caso de impactos directos. A menudo se producen fenómenos de resonancia, que en reducidos ámbitos de frecuencia llevan a una mayor radiación sonora. Cuando la vibración aérea irradiada solo contiene un tono, el motivo suele ser un impacto directo. El aislamiento contra el sonido propagado por los cuerpos sólidos tiene que orientarse a evitar el contacto o la transmisión directa.

Medidas para evitar la propagación del sonido a través de cuerpos sólidos

Emplear en las **instalaciones de agua** solo griferías homologadas del grupo I o II. Mantener la presión del agua tan baja como sea posible. La velocidad del agua juega un papel secundario.

Colocar las **bañeras** sobre suelos flotantes y separarlas de las paredes. Sellar las juntas con las paredes con material elástico. Los **inodoros** suspendidos de la pared producen impactos directos en los elementos contiguos. De todas maneras, aunque un anclaje rígido es imprescindible, se pueden disponer estratos elásticos.

Sujetar las tuberías a la pared, según lo indicado en la norma DIN 4109, con abrazaderas de amortiguación ≥ 250 kg/m² → ❺.

Las tuberías de suministro de agua y de desagüe deben sujetarse con material elástico y no estar en contacto con los elementos constructivos.

Los **ascensores** deben instalarse en recintos separados → ❼ y las juntas rellenarse con ≥ 3 cm de fibras minerales o apoyar el recinto sobre neopreno → ❽.

Las **bombas y aparatos** deben colocarse sobre cimientos que amortigüen el sonido y juntas rellenas de material elástico. Los compensadores reciben tensiones de tracción, ya que la presión interna también actúa en sentido del eje longitudinal de los tubos → ❶.

Como material amortiguador para la cimentación son especialmente apropiadas las planchas granuladas de caucho, debido a su elevada resistencia a la compresión. También pueden emplearse productos de fibras minerales y espuma PS para amortiguar el sonido. En cambio, no es adecuado emplear corcho o caucho compacto, entre otros materiales, ya que son demasiado rígidos. Cuanto más se comprima el material al recibir la carga, mayor será su eficacia como amortiguador del sonido.

En los materiales de amortiguamiento, la carga admisible suele ser > 0,5 N/mm². Si no se garantiza esta resistencia, deben emplearse elementos puntuales, dimensionados según el peso de la máquina correspondiente. También aquí el amortiguamiento es mayor cuando los materiales están presionados al máximo sin que estén sobrecargados. Los elementos puntuales deben ser de neopreno o acero.

Los **muelles de acero**, debido a su escasa rigidez, son una excelente manera de amortiguar la propagación del sonido a través de elementos sólidos → ❶.

En casos especiales se emplean **amortiguadores de aire**. En caso de amortiguadores puntuales es imprescindible ajustarlos al centro de gravedad para que reciba una carga centrada → ❹.

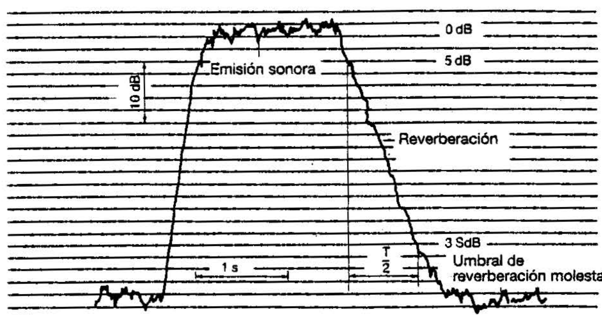
En el caso de impactos periódicos —p. ej., masas vibrantes u oscilantes— la frecuencia de impacto no debe armonizar con la frecuencia propia del sistema fijado elásticamente.

A causa de la resonancia se producen grandes movimientos, que en elementos de escasa capacidad de amortiguación pueden llegar a provocar roturas → ❸.

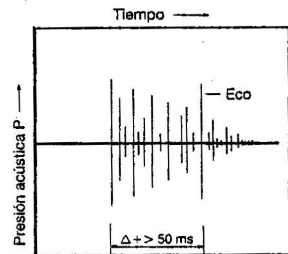
Mediante un apoyo elástico doble se consigue una amortiguación especialmente elevada → ❾.

Las concordancias desfavorables (p. ej., cimientos sobre suelos flotantes) pueden facilitar la resonancia.

ACÚSTICA DE LOCALES



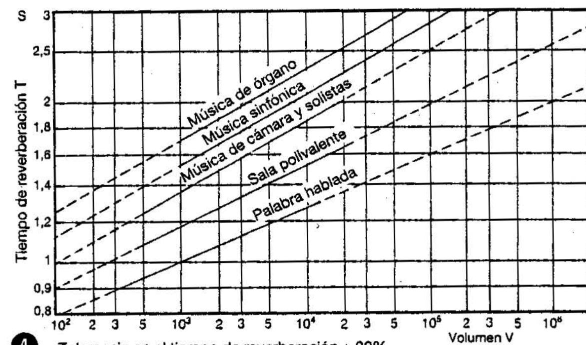
❶ Medición de la reverberación



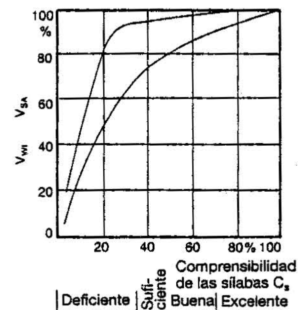
❷ Criterio de voz

Función de la sala	Tiempo de reverberación	
Palabra oral	Cabaré	0,8
	Teatro	1
	Conferencia	
Música	Música de cámara	1 ... 1,5
	Ópera	1,3 ... 1,6
	Concierto	1,7 ... 2,1
	Música de órgano	2,5 ... 3

❸ Ámbito de reverberación óptima



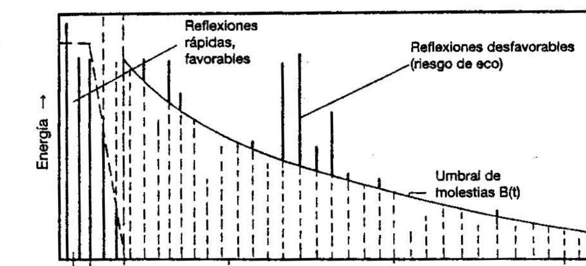
❹ Tolerancia en el tiempo de reverberación ± 20%



❺ Comprensibilidad de la palabra hablada

Uso de la sala	Volumen unitario m³/plaza	Volumen máximo en m³
Conferencia Teatro	3 ... 5	5.000
Sala polivalente confer., conciert.	4 ... 7	8.000
Teatro musical (Óperas, zarzuel.)	5 ... 8	15.000
Música cámara	6 ... 10	10.000
Música sinfónica	8 ... 12	25.000
Música órgano y oratorios	10 ... 14	30.000

❻ Tabla de volúmenes específicos V = f (uso)



❼ Secuencia de reflexiones en una sala

La acústica en arquitectura pretende crear condiciones de audición óptimas para los oyentes en espacios para representaciones de voz y música.
Para ello deben tenerse en cuenta diferentes influencias; las más importantes son el **tiempo de reverberación** —es decir, el tiempo que transcurre hasta que el nivel de **presión sonora** disminuya 60 dB después del cese de la fuente → ❶ (la evaluación se realiza en el ámbito de una disminución del nivel de presión sonora de -5 a -35 dB, DIN 52216, Medición del tiempo de reverberación en salas de auditorios)—, la **superficie absorbente** del recinto, la cantidad de material absorbente y el eco.

El cálculo del tiempo de reverberación t del volumen V de un recinto se realiza normalmente mediante la fórmula de Sabine:

$$t = \frac{0{,}163 \cdot V}{\alpha_S \cdot S}$$

El coeficiente de absorción acústica α_S es específico de cada material y se calcula en las denominadas cámaras reverberantes. Las superficies individuales S (p. ej., personas, sillería, decoración) de toda la superficie absorbente de un local se consideran en el cálculo con sus valores específicos. El tiempo de reverberación se calcula para las frecuencias f = 125, 250, 500, 1.000, 2.000, 4.000 Hz. Los datos de tiempos de reverberación promedios rondan en la mayoría de los 500 Hz.
Cuando de una curva de tiempos de reverberación de inclinación constante → ❶ emergen puntas aisladas, éstas se denominan **eco** → ❷. Para determinar lo que se considera eco, se emplean diferentes criterios de tiempo e intensidad, según se trate de música o palabra. Como las salas de conciertos han de poseer un tiempo de reverberación mayor, se han de considerar, por regla general, menos críticas respecto al eco.

Requisitos que deben satisfacer las salas

Tiempo de reverberación

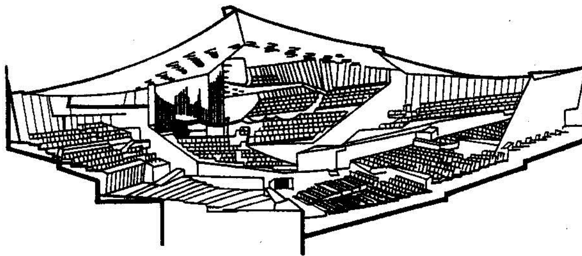
El valor óptimo depende del volumen y uso del espacio (música, palabra hablada,→ ❸).
El tiempo de reverberación depende de la frecuencia y suele ser mayor en las frecuencias bajas que en las altas.
Para una frecuencia f = 500 Hz se pueden considerar como óptimos los valores expresados en la tabla → ❹.

Claridad acústica (comprensibilidad del lenguaje)

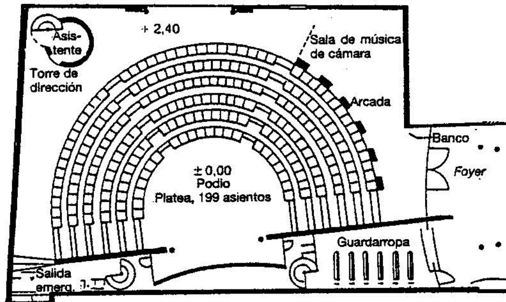
Sirve para valorar el grado de comprensibilidad de la palabra hablada → ❺. No está normalizada, por lo que se emplean diferentes conceptos: comprensibilidad de frases, de sílabas, valoración con logatomos.
Las mediciones de comprensibilidad de la palabra hablada se realizan haciendo que un colectivo numeroso de oyentes escriba sílabas aisladas sin significado, por ejemplo, dad, pro (logatomos); el número de anotaciones correctas se emplea para la valoración, Un valor superior al 70 % se considera excelente.
Los nuevos métodos objetivos emplean señales acústicas moduladas (Métodos RASTI) que conducen con procedimientos sencillos a resultados reproducibles.

Efecto del local

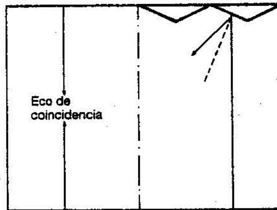
Percepción de las reflexiones acústicas que se producen en un local. En el caso de la música, son convenientes reflexiones difusas, mientras que las reflexiones rápidas, hasta aprox. 80 min de retardo (corresponde a 27 m de distancia) frente al sonido directo, favorecen la claridad. El lenguaje hablado exige reflexiones más rápidas, de hasta 50 m, para que no disminuya la claridad.



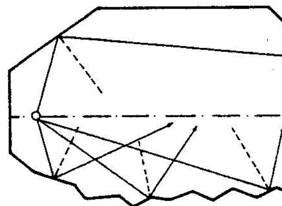
❶ Escalonamiento de los asientos en la Filarmónica de Berlín



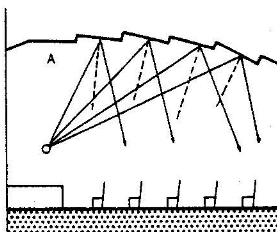
❷ Podio de la sala de música de cámara, del Archivo Beethoven en Bonn



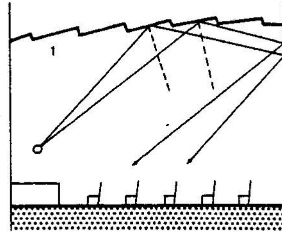
❸ Eco múltiple en paredes paralelas sin relieves



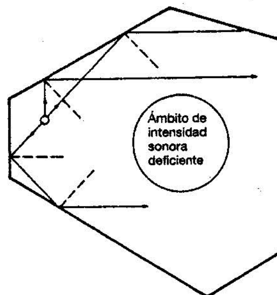
❹ Reflexión difusa mediante plegado del paramento



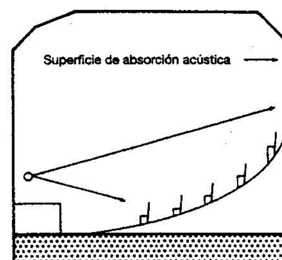
❺ Techo plano para escuchar música, inclinado hacia atrás para palabra hablada



❻ Forma desfavorable del techo



❼ Plegado del paramento



❽ Sonido directo en todas las butacas gracias al peralte de las filas. La curva corresponde a una espiral logarítmica

Estructuras primarias

El diseño de la estructura primaria de un local es el criterio de planificación de acústica arquitectónica más importante. Se considera que las reflexiones laterales iniciales son subjetivamente más favorables para la música que las reflexiones desde el techo, incluso en caso de retardos muy cortos (debido a la falta de simetría de la impresión acústica), pues cada uno de los oídos recibe señales diferentes. **Locales estrechos y altos con paredes moduladas, geométricamente reflectantes y techos de reflexiones difusas** son por eso lo más sencillo desde el punto de vista de la acústica arquitectónica.

El volumen acústicamente necesario depende de la utilización a la que se destina el recinto (→ pág. 491 ❻). Valores orientativos son **4 m³/persona** para voz y **10 m³/persona** para música (de concierto). Volúmenes demasiado pequeños no admiten el tiempo de reverberación suficiente.

Geometría del local:

Para la música son especialmente apropiados locales estrechos y altos con paredes moduladas (reflexiones laterales tempranas). En la cercanía del escenario se requieren superficies de reflexión para las reflexiones iniciales y el equilibrio de la orquesta.

La **pared posterior** no debe reflejar el sonido en dirección al escenario, ya que esto podría ocasionar eco.

Deben evitarse las superficies paralelas y lisas para impedir ecos múltiples por reverberación reiterada → ❸. Mediante el plegado en ángulos > 5° puede anularse el paralelismo y conseguir una reflexión difusa → ❹.

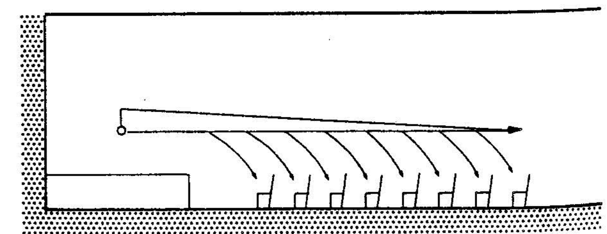
Los **techos** sirven para la conducción del sonido a la zona posterior del local, y tienen que estar diseñados al respecto → ❺ – ❻. En caso de una geometría desfavorable del techo, aparecen grandes diferencias de volumen debido a la concentración del sonido.

Menos propicios son los locales con paredes en diagonal que se abren hacia atrás, pues las reflexiones laterales pueden resultar demasiado débiles → ❼.

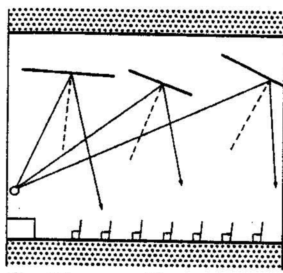
Mediante **superficies de reflexión adicionales** (escalonamiento Weinberger) en el local o un marcado plegado de los paramentos para la conducción del sonido puede compensarse esta desventaja (p. ej., filarmónicas de Berlín y Colonia → ❶).

El **escenario** debería ubicarse en la parte más estrecha del local. Para interpretaciones de voz hablada o en espacios pequeños (música de cámara), los escenarios también pueden colocarse a lo largo de las paredes longitudinales (Beethovenarchiv → ❷). Los escenarios deben estar elevados sobre la platea para respaldar la propagación directa del sonido, ya que de otro modo el nivel de presión sonora decae demasiado rápidamente en el transcurso de esta → ❾.

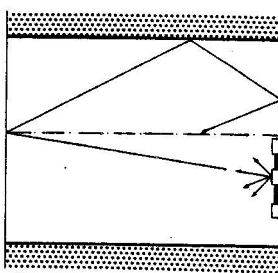
Desde el punto de vista acústico es preferible tener una **altura creciente** de las filas de butacas (sonido directo homogéneo en todas las plazas). El ascenso de la curva sigue una espiral logarítmica → ❽ (las salas polivalentes con escenarios en posición variable y platea plana normalmente son problemáticas para la música).



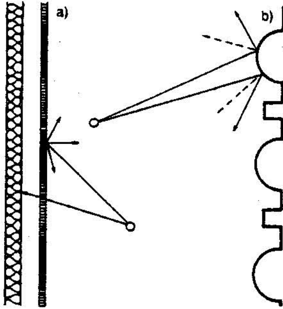
❾ Caída de la intensidad acústica por encima de superficies absorbentes



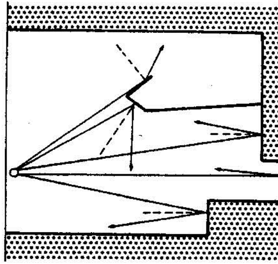
❶ Velas suspendidas para dirigir las ondas acústicas



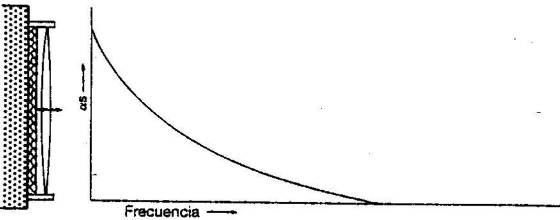
❷ Partición de las superficies desfavorables de reflexión



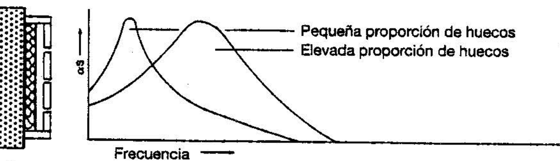
❸ a) Reflexión difusa mediante cambios de material;
b) Superficies de reflexión difusa



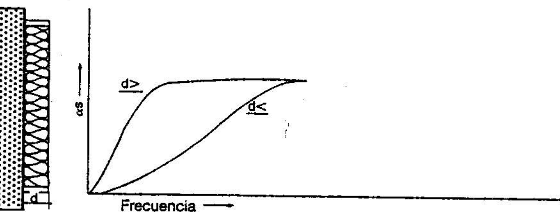
❹ Dispersión acústica a través de reflexiones desplazadas en el tiempo



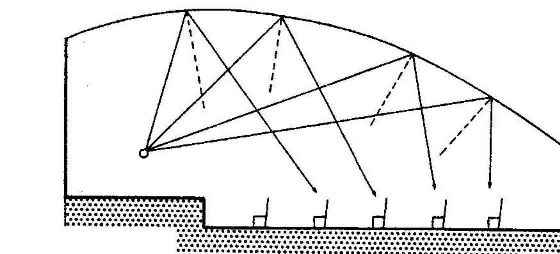
❺ Absorción de frecuencias bajas mediante paneles vibrantes



❻ Características de absorción de los resonadores



❼ Absorción de los materiales porosos



❽ Transmisión acústica excelente gracias a una curvatura adecuada

Estructuras secundarias

Para el cálculo del tiempo de reverberación se analiza toda la superficie absorbente de un local; es decir, se calculan las superficies y el coeficiente de absorción específico de todas las superficies individuales de un recinto (p. ej., personas, sillería, decoración) (→ fórmula de Sabine, pág. 491).

En consecuencia, con la elección de la distribución y los materiales de las **estructuras secundarias** se pueden compensar en gran medida las desventajas de una estructura primaria desfavorable.

Las superficies de protección acústica flexibles (controlables electrónicamente) facilitan además tiempos de reverberación variables.

Superficies secundarias de reflexión

Las superficies de reflexión pueden compensar en gran medida las desventajas de una estructura primaria desfavorable (p. ej., paredes que se abren hacia atrás plegando la superficie, geometría del techo colocando paneles o dividiéndolo en elementos → ❶ – ❷).

Con el trazado apropiado de una curvatura del techo se consigue una conducción del sonido muy buena → ❽.

Reflexiones difusas: las superficies de las que se esperan ecos tienen que reflejar el sonido de modo difuso; es decir, tienen que dispersar el sonido que llega a ellas → ❸.

Las reflexiones difusas conducen a curvas de tiempos de reverberación equilibradas, debido a la difusión homogénea del sonido g. La modulación de superficies mediante plegado requiere ángulos > 5°. Igual de eficaz son los relieves de las superficies (antepechos, nichos, etc.) gracias a la división de las ondas acústicas o de reflexiones retardadas → ❹.

Superficies absorbentes

Las superficies absorbentes evitan concentraciones de sonido y ajustan el tiempo de reverberación a los valores deseados. La compensación del tiempo de reverberación deseado se realiza mediante la combinación de superficies reflectantes con diferentes propiedades. Estas están determinadas por su estructura:

Las superficies resonadoras absorben las **bajas frecuencias.**

Las dimensiones de las superficies, la separación y el relleno de la cavidad se varían para una regulación detallada → ❺.

Las superficies con aberturas ante cavidades absorben normalmente **frecuencias medianas** (resonador tipo Helmholtz); proporción de las aberturas, volumen de la cavidad y amortiguación de la cavidad definen la frecuencia, la magnitud y la geometría del pico de absorción → ❻.

Los materiales porosos se emplean para la absorción de las **altas frecuencias.** El grosor de la capa y la fricción modifican el curso hacia frecuencias bajas → ❼. Una alternancia apropiada de superficies reflectantes y absorbentes tiene un efecto sobre la reflexión como un relieve marcado de la superficie → ❸.

Butacas

A menudo ya se determina el tiempo de reverberación factible exclusivamente a través de la absorción de las personas y de las butacas. Para que el tiempo de reverberación no dependa del número de personas presentes se requieren unas butacas que, en la medida de lo posible, presenten una alta absorción en el asiento y el respaldo, que queda tapado cuando los espectadores están sentados. Las superficies de absorción adicionales para frecuencias altas solo son necesarias si se excede considerablemente el volumen específico del local (pág. 491 → ❻). Si el volumen del local y las butacas están correctamente adaptados entre sí, en la mayor parte de los casos solo es necesario corregir el tiempo de reverberación de las bajas frecuencias.

PARARRAYOS

A 50° de latitud, durante cada hora de tormenta se producen aprox. 60 descargas de rayos en la tierra y entre 200 y 250 descargas entre las nubes.

En un círculo de 30 m de radio en torno al punto de caída de un rayo (árboles, obra de fábrica, etc.), la diferencia de tensión puede afectar a las personas que se encuentran al aire libre, por lo que deberían tener los pies protegidos.

Los daños producidos en los edificios se deben al desprendimiento calorífico de los rayos, que al descargar en la tierra calientan tanto el agua que llega a evaporarse, y puede ocasionar voladuras de tipo explosivo en muros, mástiles, árboles, etc.

Instalaciones de pararrayos

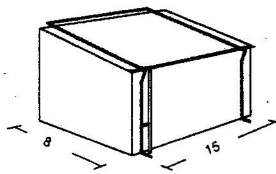
Un sistema de protección contra el rayo tiene la función de captar la acción del rayo mediante captadores (cabezales captadores) y asegurar que el edificio se encuentre dentro de una zona de protección ("jaula de Faraday").

Un sistema de protección contra rayos consta de **captador**, **conductor** y **toma a tierra**.

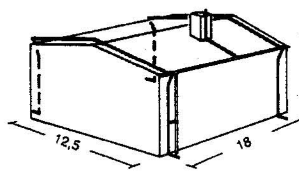
Elementos de captación

Los elementos de captación son barras, tuberías, superficies y puntos metálicos existentes en la cubierta. Ningún punto de la cubierta estará a más de 15 m de un elemento de captación. En las cubiertas de paja, debido al peligro de incendio a causa de posibles chispas, deben colocarse dos pletinas metálicas de 60 cm de anchura a cada lado de la cumbrera, apoyándolas sobre anclajes de madera → 8 – 9. La caída de tensión que se produce cuando descarga un rayo en la tierra es de, por ejemplo: 100.000 A × 5 cm = 500.000 V; todos los elementos de la instalación de pararrayos están sometidos, en el momento de la descarga, a este potencial eléctrico tan elevado.

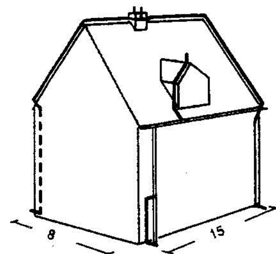
La medida, muy eficaz, de conectar todos los grandes elementos y conducciones de metal a la instalación de pararrayos, ayuda a equilibrar la diferencia de potencial generada.



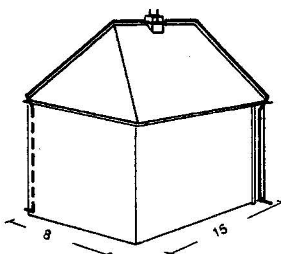
1 Cubierta plana a una sola vertiente



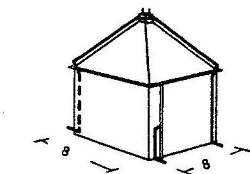
2 Cubierta plana a dos vertientes



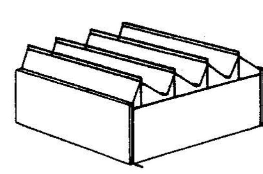
3 Cubierta a dos aguas

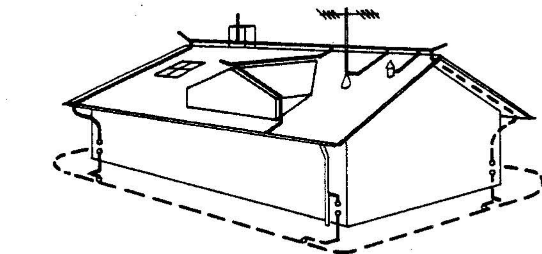


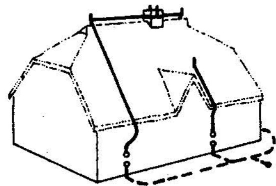
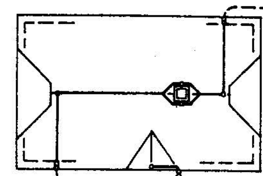
4 Cubierta a dos aguas con faldones



5 Cubierta a cuatro aguas


6 Cubierta con dientes de sierra


7 Instalación de pararrayos más frecuente en la actualidad



8 Edificio con cubierta de paja: planta y axonométrica. Conducción a 60 cm por encima de la cumbrera sobre fijaciones de madera y a 40 cm por encima del resto de la superficie de la cubierta

Conducción en la cubierta	Antena
Conducción enterrada	Ascensor
Puesta a tierra en la cimentación	Hogar
Punto de separación	Elementos metálicos
Puesta a tierra auxiliar (punto de separación)	Puerta gas-agua
Conexión a elemento metálico	Conducción vista en la cubierta
Conexión flexible	Conducción agua-gas
Raíl de equilibrio de potencia/ raíl de puesta a tierra	Número de los puntos de separación
Puesta a tierra profunda	Canalones y bajantes
Tramo con punto de separación	Cubierta metálica
Arco de dilatación	Enrejado metálico para retener la nieve
Barra de captación	Conexión a tuberías, canalones y bajantes, etc.
Derivación de sobretensión	Tubo y pica de puesta a tierra
Hormigón armado con conexión	Puesta a tierra
Límite de la edificación	A/G Contador de agua, contador de gas
Construcción metálica	Mástiles para líneas eléctricas
Tanque metálico	Barra de captación Mástil de captación
Lámpara	Tuberías metálicas

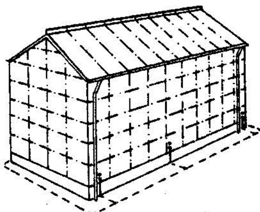
9 Simbología para las instalaciones de pararrayos

Instalaciones de puesta a tierra

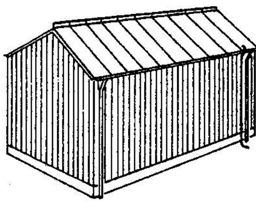
La puesta a tierra se realizará mediante barras o planchas metálicas sin aislar, y a la profundidad en que la resistencia del terreno a la difusión de la descarga eléctrica sea reducida. El grado de resistencia a la difusión de la descarga eléctrica varía según tipo de terreno y grado de humedad. La **puesta a tierra** (pletinas enterradas horizontalmente) tiene por objetivo conducir rápidamente al suelo la corriente eléctrica generada por el rayo. Se diferencia entre puesta a tierra profunda y superficial. Esta última se realiza en forma anular o lineal y es preferible situarla en el hormigón de cimentación. Como material se emplean perfiles planos de acero galvanizado 30 × 3,5 o 25 × 4 o tubulares de acero Ø 10 → 12 – 13.

Las **picas de puesta a tierra** son barras, tubos o perfiles metálicos de sección abierta e hincados en el suelo; no están aisladas, sino que entran en profundidad en el terreno → 12 – 13. La altura a la que se hincan varía según tipo de terreno y contenido de humedad → 11.

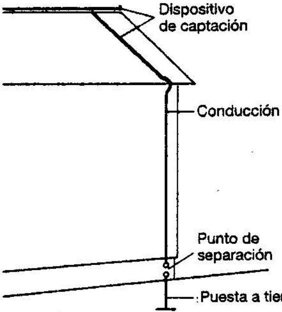
Si alcanzan una profundidad mayor a 6 m, se califican de profundas. Un dispositivo radial de puesta a tierra está compuesto por elementos lineares distribuidos en torno a un punto o a una banda.



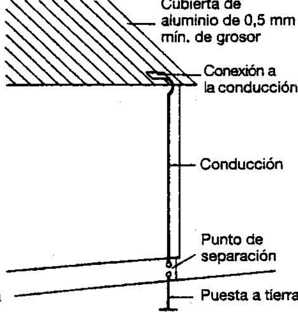
1 Edificio con estructura de acero: conectar la estructura tanto a la conducción de la cubierta como a la conducción del suelo



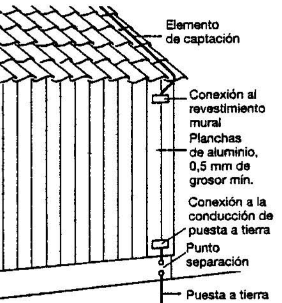
2 Cubierta de planta metálica y paredes de madera: conectar el tejado a la construcción de cumbrera y a las derivaciones hacia el suelo



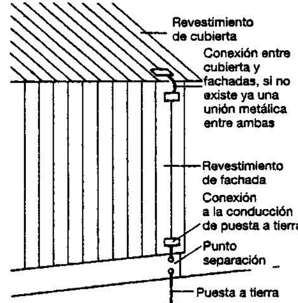
3 Elementos principales de una instalación de pararrayos



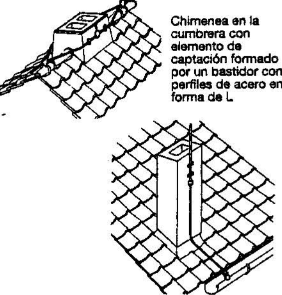
4 Cubierta de aluminio como elemento de captación



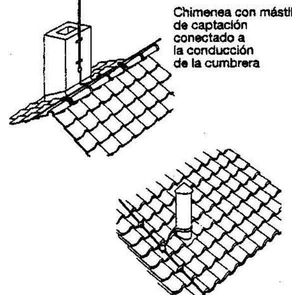
5 Revestimiento de las fachadas con planchas de aluminio como elementos de transmisión al suelo



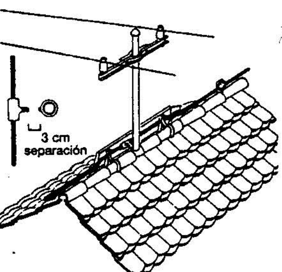
6 Cubierta y fachadas de aluminio



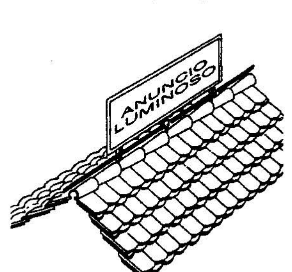
7 Conectar los mástiles de separación colocados en las chimeneas con el canalón de la cubierta



8 Conectar los elementos metálicos y tubos de ventilación a la instalación de pararrayos



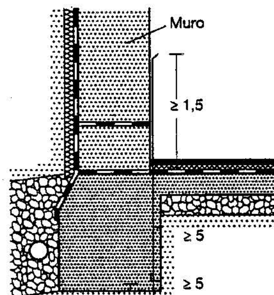
9 Los soportes de líneas de alta tensión no deben conectarse directamente a la instalación de pararrayos. Separación de descarga: 3 cm



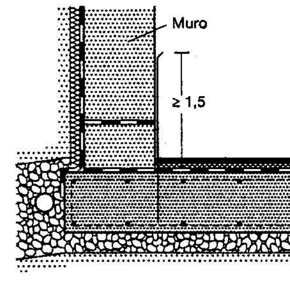
10 En los elementos metálicos con instalación eléctrica, se ha de colocar un dispositivo de protección contra la sobretensión

Tipo de suelo	Ciénagas	Suelo arcilloso, terreno cultivado	Arenas húmedas	Gravas húmedas	Arenas y gravas secas	Suelo rocoso	Resistencia a la difusión eléctrica δ
Anillo cond. Long. en m	12	40	80	200	400	1.200	
Anillo cond. Prof. en m	6	20	40	100	200	600	5
Cond. a tierra Long. en m	6	20	40	100	200	600	
Anillo cond. Prof. en m	3	10	20	50	100	300	10
Cond. a tierra Long. en m	4	13	27	67	133	400	
Anillo cond. Prof. en m	2	7	14	34	70	200	15
Cond. a tierra Long. en m	2	7	13	33	67	200	
Anillo cond. Prof. en m	1	3	7	17	33	100	30

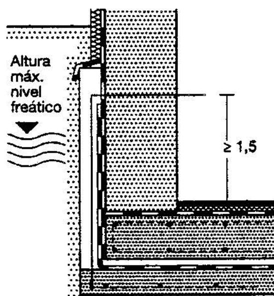
11 Resistencia a la difusión eléctrica de bandas y barras de puesta a tierra en diferentes tipos de suelo



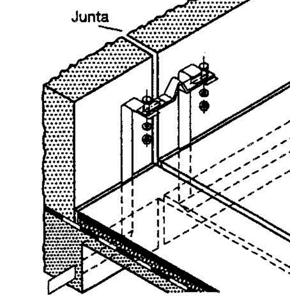
12 Pica de puesta a tierra anclada en una cimentación de hormigón en masa



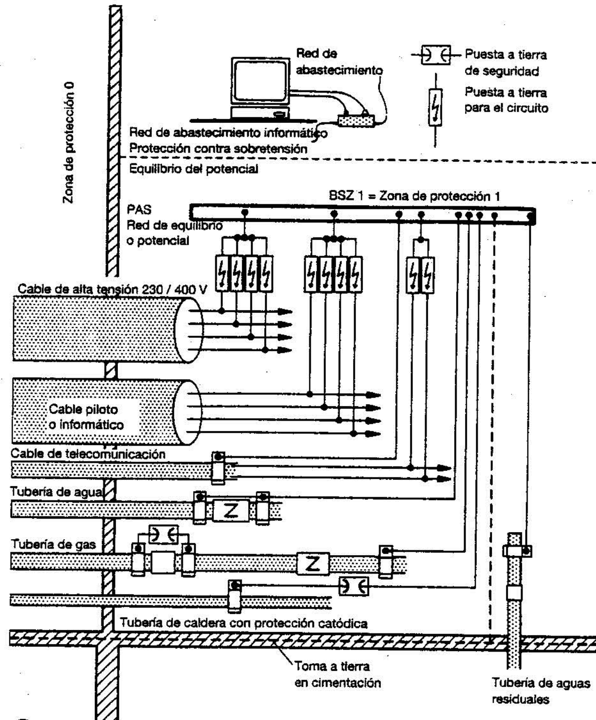
13 Pica de puesta a tierra anclada en una cimentación de hormigón armado



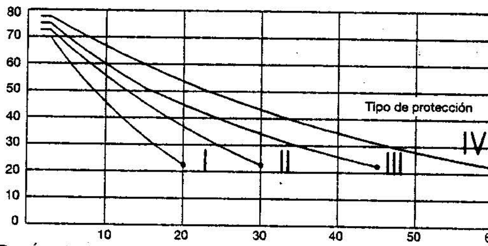
14 Montaje de la toma a tierra en cimentación flotante



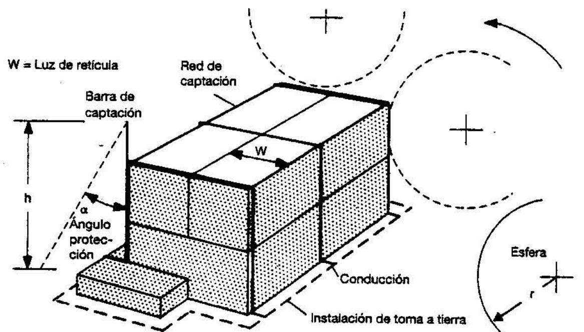
15 Detalle constructivo para salvar la junta de dilatación en el interior del edificio



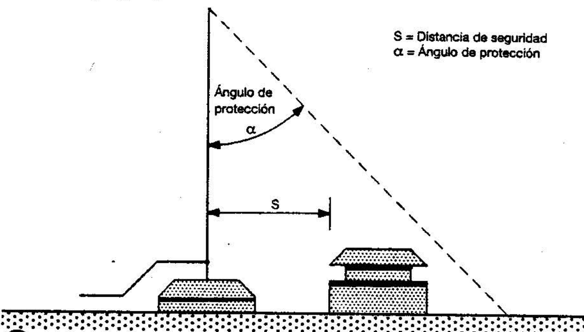
❶ Principio de equilibrio potencial en un pararrayos



❷ Ángulo de protección en relación con el grado de protección y la altura sobre el ámbito a proteger



❸ Procedimientos para el dimensionado de un dispositivo de captación: esfera, ángulo y retícula



❹ Tejados protegidos con barra de captación

Zonas de protección de rayos

Generalmente el objeto que se ha de proteger se divide en diferentes zonas de protección; definidas tanto en normas como en LPZ (Lightning Protection Zone) → ❻.

Zona de protección 0_A:

Esta zona está situada fuera del edificio que se ha de proteger. Dentro de este ámbito es posible la incidencia directa de un rayo; existe un campo de descarga sin ningún tipo de amortiguación.

Zona de protección 0_B:

A través de los elementos de captación situados sobre y junto a las partes de la edificación que se han de proteger, surgen zonas en las que es posible descartar la incidencia de un rayo. Existe un campo de descarga sin ningún tipo de amortiguación. Estos ámbitos exteriores son designados como zonas 0_B.

Zona de protección 1:

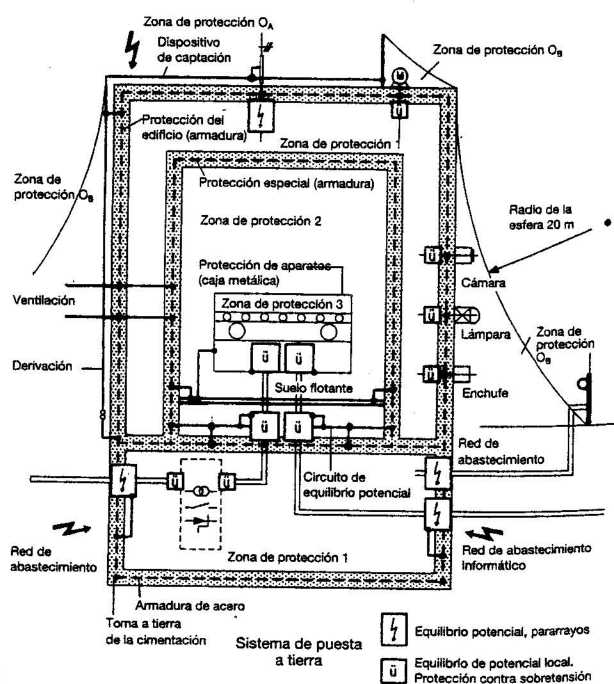
El edificio a proteger se inscribe en la zona de protección 1. Normalmente el tejado, los muros exteriores y la solera del sótano establecen la frontera entre esta zona y la 0, por lo cual debe dotarse a la envolvente del edificio de determinadas medidas de protección.

Zona de protección 2 o más altas:

En ocasiones es conveniente establecer zonas especialmente protegidas dentro de la zona 1; como, por ejemplo, los sistemas centrales de ordenadores de zona 2 y algunos aparatos electrónicos aislados de zona 3.

Grado de protección	Eficiencia	Radio de esfera	Luz de retícula	Separación estándar de conducciones	Ángulo de protección	Descarga máxima
I	98 %	20 m	5 m × 5 m	10 m	→ ❷	200 kA
II	95 %	30 m	10 m × 10 m	15 m		150 kA
III	90 %	45 m	15 m × 15 m	20 m		100 kA
IV	80 %	60 m	20 m × 20 m	25 m		

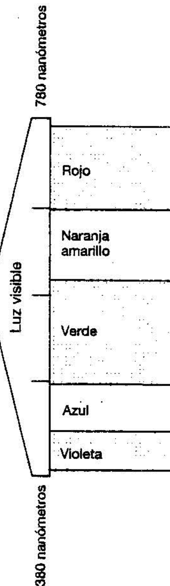
❺ Grado de protección



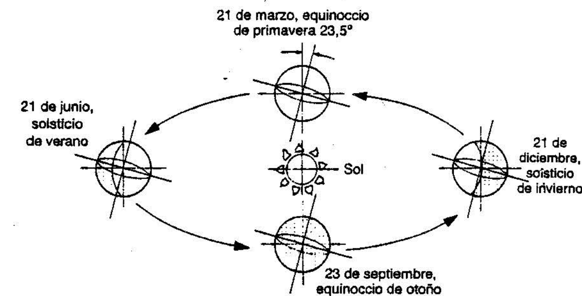
❻ Desglose de un edificio en zonas de protección

Longitud de onda en metros		Longitud de onda en nanómetros (nm)
100.000	10^5	100 billones
10.000	10^4	10 billones
1.000	10^3	1 billón
100	10^2	100 millardas
10	10	10 millardas
1	1	1 millarda
1 décima	10^{-1}	100 millones
1 centésima	10^{-2}	10 millones
1 milésima	10^{-3}	1 millón
1 diez-milésima	10^{-4}	100.000
1 cien-milésima	10^{-5}	10.000
1 millonésima	10^{-6}	1.000
1 diezmillonésima	10^{-7}	100
1 cienmillonésima	10^{-8}	10
1 millardésima	10^{-9}	1
1 diezmillardésima	10^{-10}	1 décima
1 cienmillardésima	10^{-11}	1 centésima
1 billonésima	10^{-12}	1 milésima
1 diezbillonésima	10^{-13}	1 diezmilésima
1 cienbillonésima	10^{-14}	1 cienmilésima
1 billardésima	10^{-15}	1 millonésima

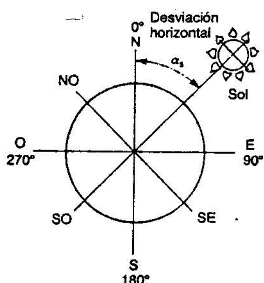
Frecuencia en hercios (Hz)	
10^4	
10^5	Ondas largas
10^6	Ondas
10^7	Ondas cortas
10^8	Ondas ultracortas
10^9	Televisión
10^{10}	
10^{11}	Ondas de radar
10^{12}	
10^{13}	Radiación infrarroja
10^{14}	
10^{15}	
10^{16}	Radiación ultravioleta
10^{17}	
10^{18}	Rayos X
10^{19}	
10^{20}	Rayos gamma
10^{21}	
10^{22}	Rayos cósmicos
10^{23}	
10^{24}	
10^{25}	



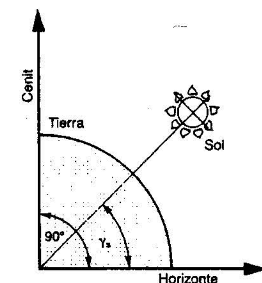
❶ Espectro energético de la radiación electromagnética (1 nanómetro = 1 millonésima de milímetro)



❷ Las estaciones del año en el hemisferio Norte



❸ Ángulo de acimut α_s



❹ Ángulo de elevación γ_s

ILUMINACIÓN NATURAL

FUNDAMENTOS FÍSICOS

Requisitos generales de iluminación natural en espacios interiores.

Los espacios destinados a estancia permanente de personas se han de iluminar con suficiente luz natural y se debe garantizar una conexión visual adecuada con el exterior. Los correspondientes requisitos están fijados en la norma DIN 5034 "Luz natural en los espacios interiores" (partes 1ª a 5ª) y en las respectivas ordenanzas municipales y regionales → Internet.

Luz, longitud de onda y color de la luz

En el ámbito de la radiación electromagnética → ❶, la luz visible ocupa una banda relativamente reducida, aprox. 380-780 nm. La luz (luz natural y luz artificial) es la franja de la radiación electromagnética percibida por el ojo humano y se encuentra entre el ultravioleta y el infrarrojo. Los colores comprendidos en dicha franja se ordenan según su longitud de onda, así, por ejemplo, el violeta corresponde a una onda corta y el rojo o una onda larga. La luz solar contiene proporcionalmente más radiación de onda corta que las lámparas de incandescencia, es decir, es más roja.

La luz diurna es percibida por el hombre como si fuera de color blanco, a excepción de los colores rojizos del amanecer y el atardecer, el arco iris, etc.

La unidad para medir la intensidad lumínica —en particular la luz artificial— es el lux (lx). La luz diurna en un espacio interior se expresa en % (véase más adelante).

Fundamentos astronómicos: Sol, posición del Sol

Las fuentes que producen luz natural no son constantes, El Sol es la "fuente primaria" de luz natural, independientemente del estado del cielo. La inclinación del eje terrestre, aprox. 23,5°, la rotación diaria de la Tierra alrededor de su propio eje y la circunvalación anual en torno al Sol implican que en cualquier punto de la Tierra, el Sol ocupe una determinada posición según cual sea la hora del día y el día del año → ❷, que se expresa mediante dos ángulos: acimut α_s y altura γ_s. El acimut α_s es la proyección en planta de la posición aparente del sol, describe la desviación horizontal respecto al norte geográfico: Norte = 0°, Este = 90°, Sur = 180°, Oeste = 270° → ❸. La altura γ_s es la proyección en vertical de la posición aparente del Sol sobre el horizonte → ❹.

Cálculo de la posición del Sol

Existen varios métodos para calcular la posición aparente del Sol en un lugar determinado.

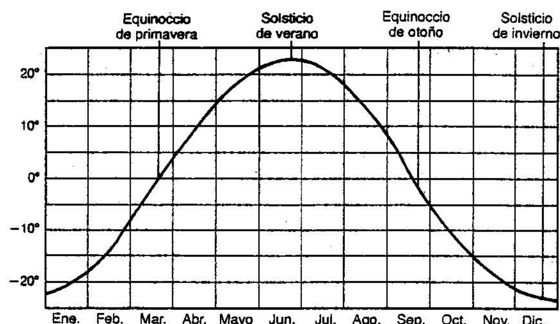
Debido a la declinación del Sol a lo largo del año, véase → pág. 497 ❶, resultan cuatro estaciones diferentes, es decir, cuatro posiciones del Sol. En los equinoccios, 21.3 y 23.9, la noche y el día tienen la misma duración y la declinación del Sol es de 0°.

El 21.12, solsticio de invierno, es el día más corto del año y la declinación del Sol es de −23,5°; el 21.6, solsticio de verano, es el día más largo del año y la declinación del Sol es de + 23,5°.

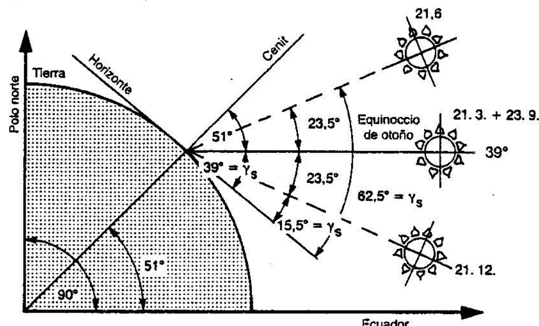
La posición del Sol se calcula a partir de la latitud: el 21.3 y el 23.9 a mediodía (α_s = 180°) el Sol forma un ángulo cenital idéntico a lo largo de cada paralelo, por ejemplo, en el paralelo 51° de latitud Norte (Kassel) el ángulo cenital a mediodía (α_s = 180°) es de 51° → pág. 598 ❷. El ángulo de elevación del Sol por encima del horizonte es de 90°- 51° = 39°.

El 21.6, el Sol, a mediodía (α_s = 180°), está 23,5° más alto que el 21.3 y el 23.9, es decir, 390 + 23,5° = 62,5°, mientras que el 21.12 el sol está 23,5° más bajo que en los días de equinoccio, es decir, 39-23,5° = 15,5°. Estas desviaciones son iguales para todas las latitudes.

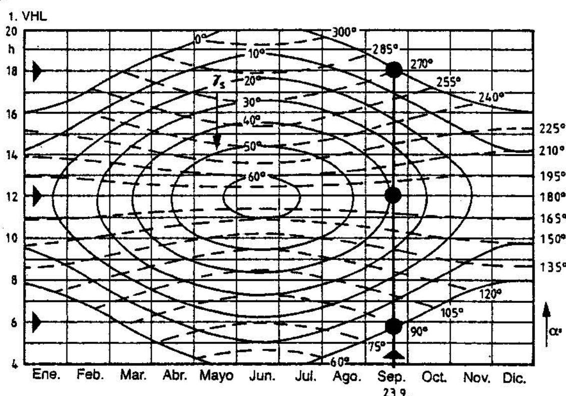
De esta manera se puede calcular en cualquier paralelo, y para cada día del año, la correspondiente posición del Sol.



❶ Declinación del sol a lo largo del año δ



❷ Latitud y ángulo de elevación del sol γ_s



❸ Acimut solar α_s y elevación solar γ_s para una latitud 5° N (centro de Alemania, Aquisgrán, Colonia, Kassel) en función de la hora y del día

Diagramas de la posición solar

En la norma DIN 5034 hay tres diagramas de la posición solar para el norte, centro y sur de Alemania, respectivamente. Por ejemplo, para una latitud norte de 51° (Kassel → ❸) el diagrama muestra la proyección en planta del acimut y de la elevación de la posición del Sol, según la hora local, por ejemplo, en Kassel el Sol sale el 23.9 a las 6:00 horas con un $\alpha_s = 90°$ (Este), el mismo día a las 12:00 $\alpha_s = 180°$ (Sur) y la elevación es de 39°; el Sol se pone a las 18:00 horas: $\alpha_s = 270°$.

Para averiguar la trayectoria aparente del sol en un lugar determinado, existen unos diagramas de la posición solar → ❹ que indican la proyección en planta del acimut α_s y de la elevación γ_s en función de la hora y el día del año, para un paralelo determinado. Las curvas lemniscatas dibujadas a intervalos horarios son de color violeta para el primer semestre del año y de color verde para el segundo. El desarrollo de las curvas horarias en forma de lazos se debe a la forma elíptica de la órbita terrestre en torno al Sol y a la curvatura de la elíptica. Los datos horarios corresponden al meridiano de referencia, es decir, al uso horario del lugar (por ejemplo: Essen: hora centroeuropea y longitud 15° Este).

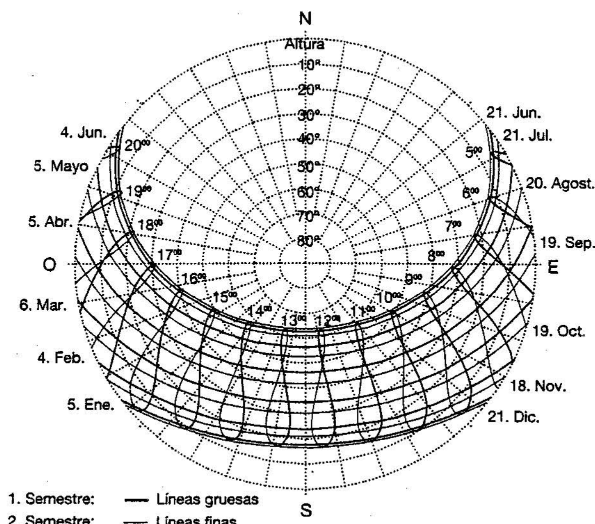
Los puntos de intersección de las curvas diarias con las curvas horarias de igual color indican la posición del sol en cada momento. En el diagrama polar de color naranja se puede leer la posición angular del sol (acimut y elevación) → ❹.

Proyección de la órbita solar

Con las proyecciones estereográficas puede calcularse empleando el disco correspondiente → ❺ la trayectoria de la órbita solar para cada latitud (el día 21 de cada mes) en función de la hora del día y el día del año.

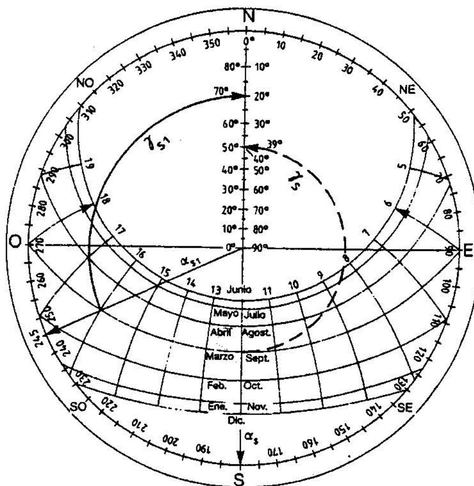
Posición del Sol, hora oficial y medición del tiempo

La posición del Sol determina las características de la luz diurna en función de la hora y del día. La verdadera hora local (VHL) es el dato horario usual (por ejemplo, en los diagramas de la posición solar) para el cálculo de la luz diurna. Cada lugar está incluido en una zona horaria, donde se emplea la hora del correspondiente huso horario. Si lo que interesa es conocer esta última, se ha de transformar la VHL en la hora oficial, que en Alemania es la hora centroeuropea (HCE) = VHL + igualación horaria + diferencia horaria; si se ha de tener en cuenta el cambio de hora en verano (hora centroeuropea en verano) HCEV = HCE + 1 hora.

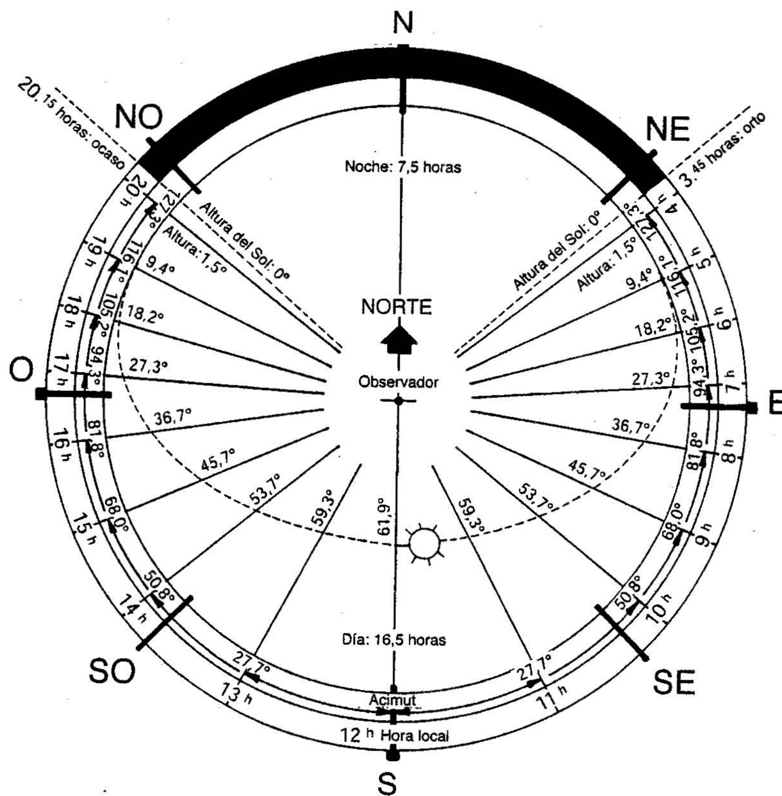


1. Semestre: — Líneas gruesas
2. Semestre: — Líneas finas

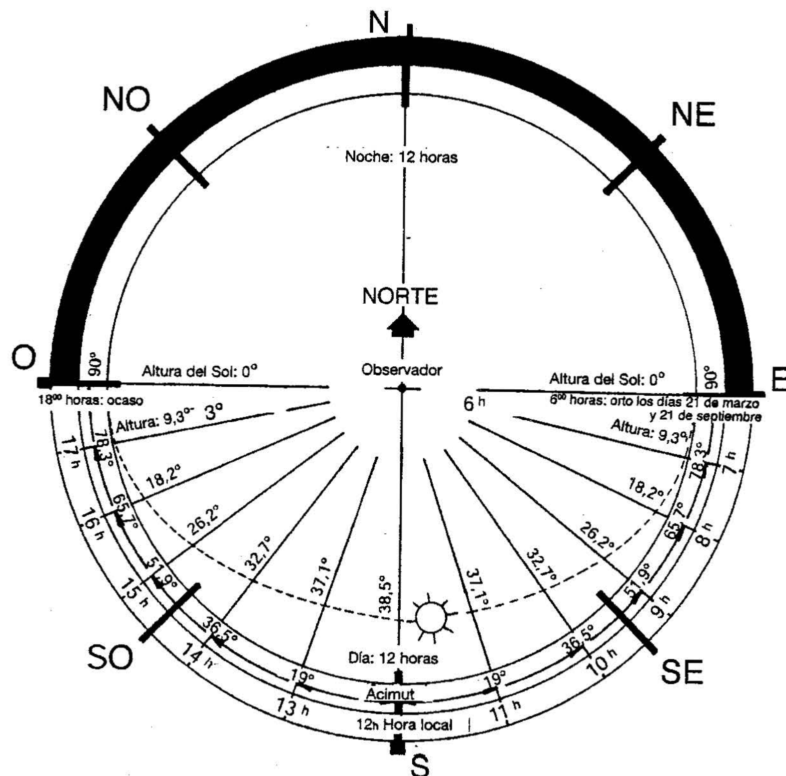
❹ Diagrama de la posición solar, Darmstadt: Longitud = 8' 65° E, Latitud = 49' 87° N



❺ Proyección estereográfica de la órbita solar, por ejemplo, para un lugar situado a 51° LN. El día 21.3 y el día 23.9: el sol sale a las 6:00 horas y se pone a las 18:00 horas. γ_s = 39° a las 12:00 horas



❶ Trayectoria solar correspondiente al **solsticio de verano**, el día más largo del año (aproximadamente el 21 de junio), latitud 51,5° N (Dortmund-Halle)



❷ Trayectoria solar correspondiente a los **equinoccios**, día y noche son iguales (aproximadamente el 21 de marzo y el 23 de septiembre)

Cálculo del asoleo en los edificios DIN 5034-2

Con el método que se explica a continuación puede conocerse inmediatamente la insolación en cualquier edificio proyectado, basta colocar el gráfico circular que reproduce la trayectoria solar, según la orientación correspondiente, debajo del papel transparente en el que se haya dibujado el proyecto. Las trayectorias del sol dibujadas corresponden a una latitud de 51,5° N (Dortmund-Göttingen-Halle).

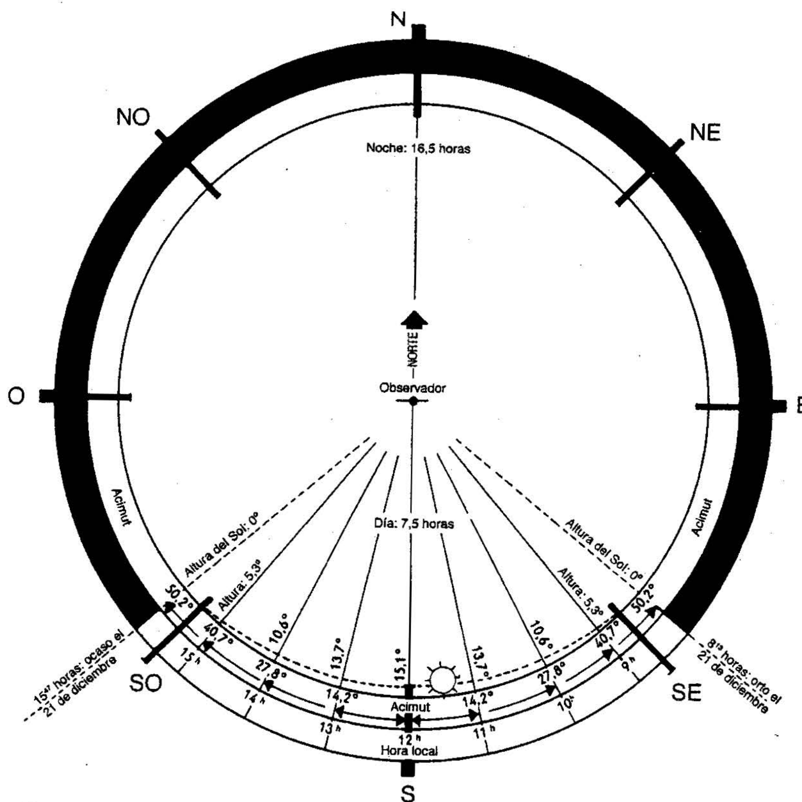
En el sur de Alemania, a una latitud de 48° N (Friburgo, Múnich, Salzburgo, Viena) deben sumarse 3,5° a las alturas del Sol reseñadas. Para el norte de Alemania, situado a una latitud de 55° N (Flensburgo, Bornholm, Königsberg) se han de restar 3,5° a las alturas del Sol reseñadas. Los grados inscritos en el segundo anillo (empezando desde el exterior) se refieren al "acimut", que es el ángulo con el que se mide el movimiento aparente del Sol desde el Este hacia el Oeste, en su proyección sobre un plano horizontal. Las horas locales indicadas en el círculo exterior coinciden con la hora oficial, en aquellos lugares situados sobre el meridiano 15° E (Görlitz, Stargard, Bornholm = meridiano de la hora centroeuropea). En los lugares situados más al este, se han de restar a la hora indicada 4 minutos por cada grado de separación, y para los situados más al oeste, se han de sumar a la hora indicada 4 minutos por cada grado de diferencia. Por consiguiente, la hora local en Potsdam, que se encuentra en el meridiano 13° E, se retrasa 8 minutos respecto a la hora oficial.

Tiempo de asoleo

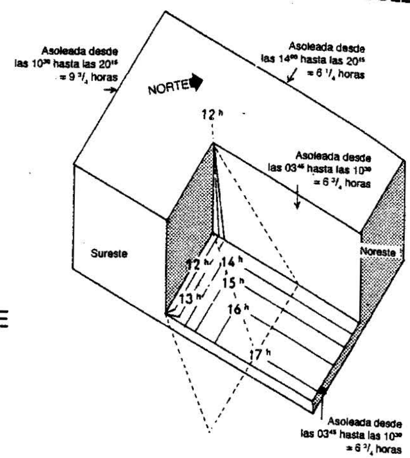
El posible tiempo de asoleo es bastante parecido en los días que van del 21 de mayo al 21 de julio = 16 a 16¾, horas y del 21 de noviembre al 21 de enero = 8¼, a 7½ horas. Durante los meses intermedios, las horas de sol varían casi 2 horas por mes. El asoleo real, debido a la existencia de nubes y niebla, apenas llega al 40 % del asoleo posible. El grado de eficacia varía mucho de un lugar a otro; en Berlín las condiciones climáticas son especialmente buenas (en julio casi 50 %, mientras que en Stuttgart es del 35 %). Se puede obtener una información más precisa consultando al Servicio Meteorológico Nacional.

Sol y calor

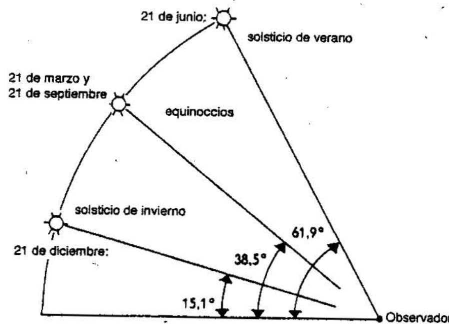
La temperatura ambiente al aire libre depende de la posición del Sol y de la capacidad de liberación térmica del suelo. Por este motivo, la curva de color tiene un retraso de aproximadamente 1 mes respecto a la curva correspondiente a la altura del Sol a lo largo del año. Por eso, el día más caluroso del año no es el 21 de junio, sino alguno de la última semana de julio; y el día más frío del año no es el 21 de diciembre, sino alguno de la última semana de enero. Evidentemente, también en este caso, hay grandes diferencias de un lugar a otro.



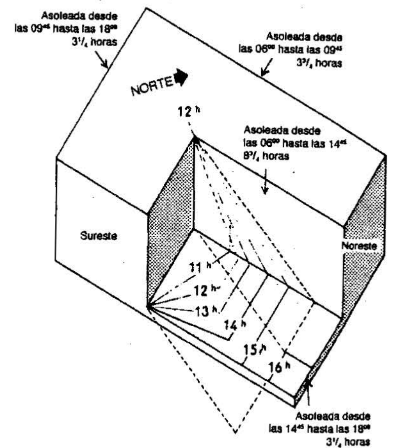
1 Trayectoria solar correspondiente al **solsticio de invierno** el día más corto del año (aproximadamente el 21 de diciembre) Latitud 51,5° N (Dortmund-Halle)



5 **Solsticio de verano.** Poco después de las 11 h, empiezan las sombras en la cara norte; poco después de las 13 h también la cara sureste se encuentra en sombra. Las fachadas restantes empiezan a estar soleadas a las horas correspondientes



2 **Posiciones del sol** a las 12 h en los días más característicos del año. La distancia entre el sol y el observador corresponde al radio interior de la trayectoria del sol, dibujada a puntos en el gráfico que representa la proyección en planta de la respectiva altura del sol

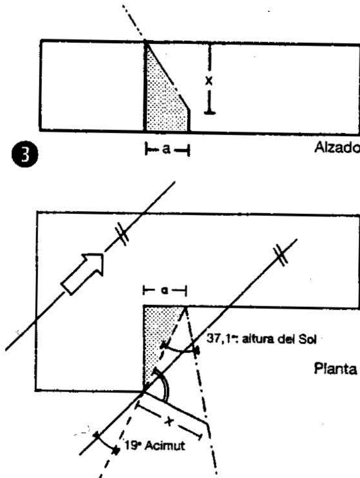


6 **Equinoccios.** La fachada noreste empieza a estar en sombra poco después de las 10 horas; la cara sureste poco antes de las 15 horas

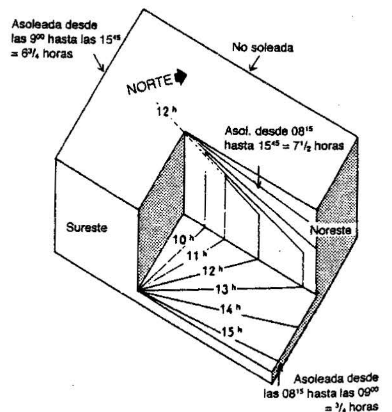
ILUMINACIÓN NATURAL

Fundamentos físicos
Altitud solar
Asoleo
Sombreado
Irradiación solar
Iluminación lateral
Iluminación cenital
Criterios de calidad
Redirección de luz natural
Apantallamiento

DIN 5034



4 Para determinar el asoleo o las sombras en un edificio a una determinada hora y día del año (por ejemplo, a las 11 h de los equinoccios), se anota el acimut en la esquina de la planta del edificio que determina el límite de la sombra, sobre la que se traslada (en proyección ortogonal) la altura del sol (rayo real de luz). El segmento x, obtenido perpendicularmente al límite de la sombra en planta, una vez trasladado al alzado, se define en el alzado —en unión con el canto superior de la sombra en el edificio— el límite de la zona en sombra



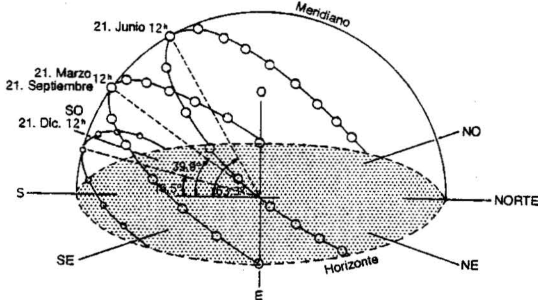
7 **Solsticio de invierno.** La cara noreste apenas recibe sol durante una hora; la cara sureste empieza a estar en sombra poco después de las 15 horas

Técnicas de la construcción

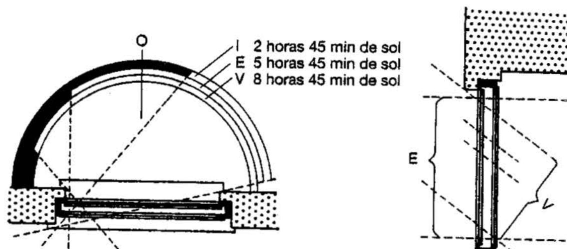
ILUMINACIÓN NATURAL

ASOLEO

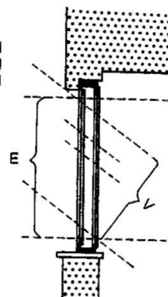
En el valor útil de un edificio es fundamental su correcta orientación al sol y la de sus ventanas, bien para aprovechar sus efectos beneficiosos o proteger el interior del calor molesto. En general, se intenta que el sol incida en todas las estancias, tanto en otoño como en invierno, durante las primeras horas del día. Sin embargo, la incidencia del sol durante el mediodía y la tarde entre junio y agosto es desfavorable. Estas necesidades pueden cubrirse con la correcta ubicación del edificio → ⑩–⑬ y el empleo de medidas constructivas oportunas → ⑭–⑰. La forma del intradós de las ventanas y de sus perfiles de la carpintería no debe influir demasiado en la entrada del sol. Las ventanas altas permiten que los rayos del sol lleguen hasta las zonas más profundas del interior → Iluminación lateral, págs. 504-505.



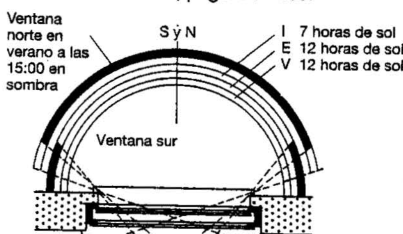
① **Órbita solar** en el solsticio de invierno = I, en los equinoccios de primavera y otoño = E y en el solsticio de verano = V en relación con un edificio o un observador situado en nuestra geografía (51,5° latitud)



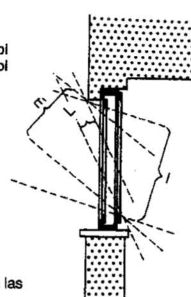
② Las **ventanas situadas al este o al oeste** reciben en los equinoccios de otoño y de primavera rayos horizontales que van ascendiendo hasta el solsticio de verano



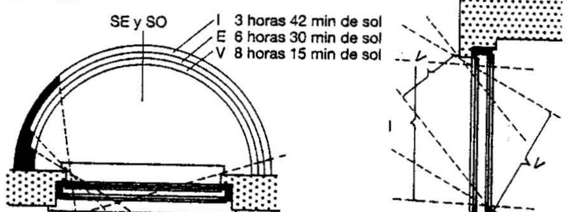
③ Sección de ②



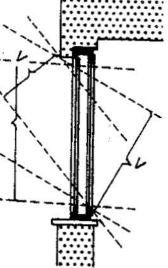
④ Las **ventanas orientadas al norte** reciben poco sol en verano, durante el período cercano al solsticio. En las ventanas orientadas al sur incide una radiación plana en invierno y vertical en verano: adecuadas en aquellas estancias que han de estar soleadas tanto en invierno como en verano



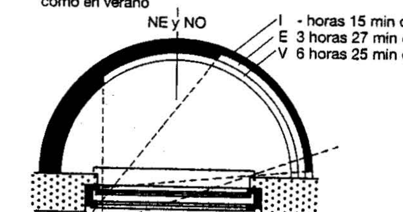
⑤ Sección de ④



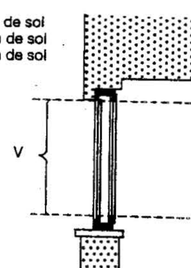
⑥ Las **ventanas orientadas al SE o al SO** son convenientemente asoleadas tanto durante el invierno como en verano por la radiación plana, que entra en profundidad



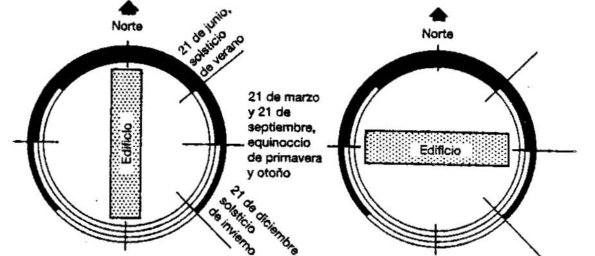
⑦ Sección de ⑥



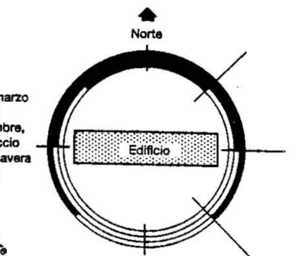
⑧ Las **ventanas orientadas al NE o al NO** no reciben sol durante el invierno, pero un asoleo muy eficaz en primavera y otoño. En verano el sol incide sobre ellas de forma horizontal



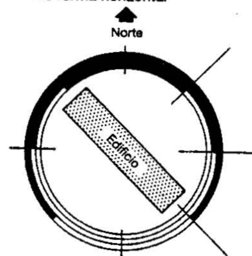
⑨ Sección de ⑧



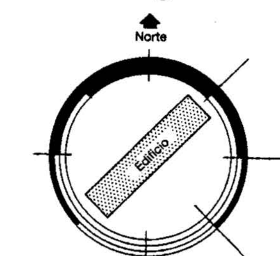
⑩ **Bloque N-S,** ambos lados soleados, ninguna ventana al N y tampoco ventanas al S, por eso, en meses de noviembre, diciembre y enero no hay sol en ninguna habitación



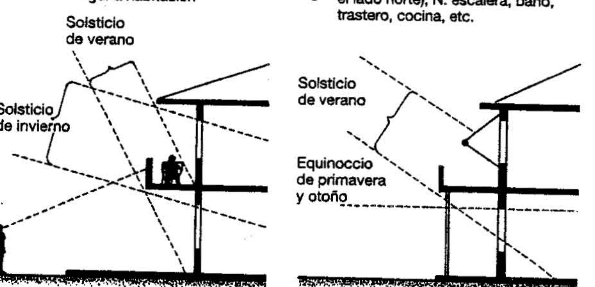
⑪ **Bloque E-O,** orientación óptima para edificio con apartamentos pequeños, de 1 o 2 habitaciones. S: sala de estar y dormitorio (puede atravesar hasta el lado norte), N: escalera, baño, trastero, cocina, etc.



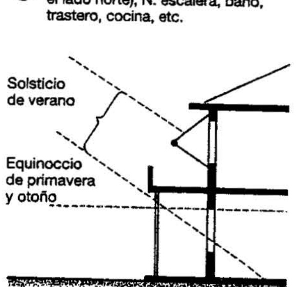
⑫ **Bloque NO-SE,** indicado para pisos de gran tamaño. NO: dormitorios y cuartos de servicio. SO: la zona de estar y dormitorios de los niños



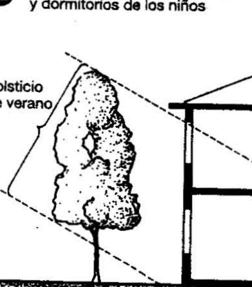
⑬ **Bloque NE-SO,** orientación óptima para pisos de dos o tres dormitorios. SE: salón y dormitorios. NO: cuartos de servicio



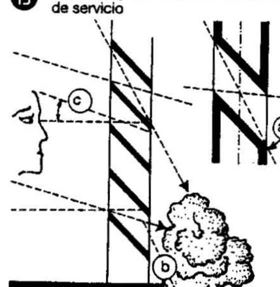
⑭ **Lado sur,** sol y calor penetran durante el invierno hasta las zonas más profundas del interior. En verano ventanas y paredes frenan la entrada de sol y calor



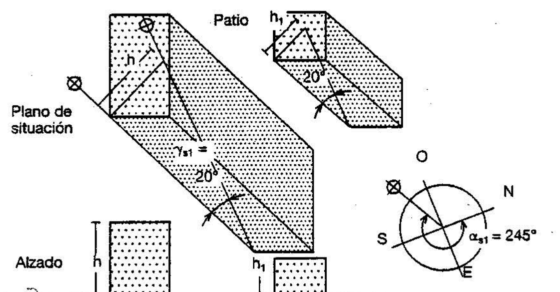
⑮ **Lado este,** la radiación horizontal del sol en el este permite la disposición de amplias terrazas sin que estas interfieran en la incidencia de los rayos al interior



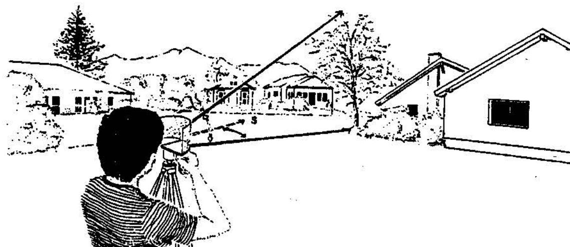
⑯ **Lado oeste,** el molesto sol del oeste y las inclemencias del tiempo en verano pueden evitarse con ayuda de árboles frondosos de hoja caduca que permitan la entrada de la radiación en invierno



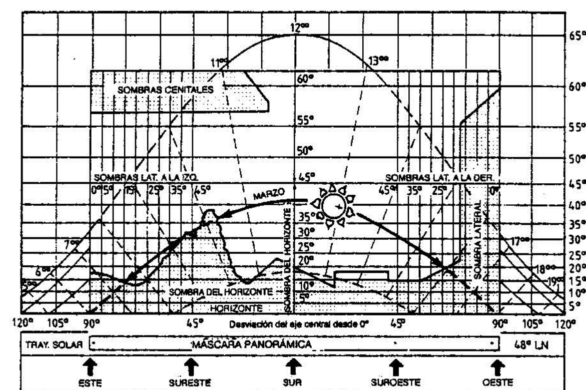
⑰ **Vallas o antepechos** con esta forma permiten mayor paso de la radiación solar → ⓐ; transmiten el resto de la radiación → ⓑ; protegen visualmente y del viento → ⓒ



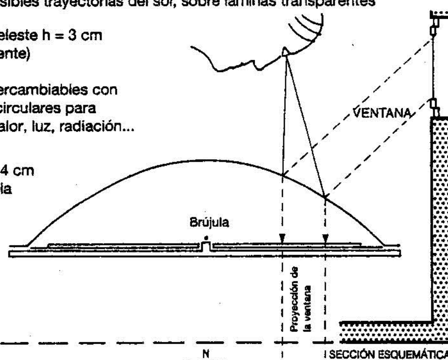
❶ Construcción gráfica de las sombras arrojadas por un edificio

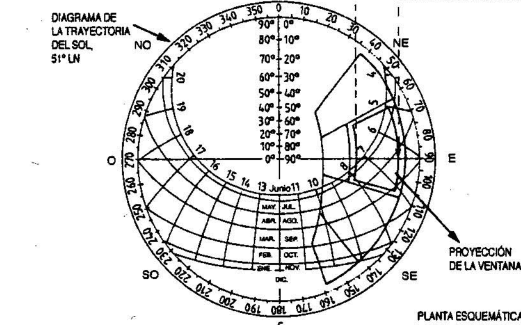


❷ Máscara panorámica (curvada) en posición



❸ Posibles trayectorias del sol, sobre láminas transparentes





❹ Horizontescopio con una ventana en proyección (fachada oeste)

Posición del sol, sombras, medios auxiliares

Para calcular y comprobar la radiación solar real y las sombras arrojadas, tanto en el exterior como en el interior de un edificio, en función de la situación geográfica, de la hora y el día, de las características constructivas y del entorno circundante, existen los siguientes métodos:

Construcción gráfica de las sombras

Las sombras arrojadas por un edificio se pueden determinar, en planta y alzado, con ayuda de la proyección de la órbita aparente del sol → pág. 498 ❹ + ❺. Por ejemplo, las sombras deben dibujarse en un patio situado en Kassel, 51° LN, el día 21 de marzo a las 16:00 horas. En ese momento el acimut (α_{s1}) es de 245° y el ángulo de elevación (γ_{s1}) de 20° → pág. 498 ❺. El plano de situación se orienta al Norte. La dirección de las sombras queda fijada por las aristas horizontales del edificio, es decir, mediante un desplazamiento paralelo a la dirección aparente del sol (α_{s1} = 245°) a lo largo de las esquinas del edificio; la longitud de las sombras por las esquinas verticales del edificio, es decir, abatiendo la altura real del edificio (h) según el ángulo de elevación del sol (20°). El punto de intersección con la dirección fija la longitud de la sombra.

Máscara panorámica

Se ha dibujado la trayectoria aparente del sol (DIN A4), para el norte, centro y sur de Alemania mirando hacia el Sur, con datos sobre el acimut y la elevación en función de la hora y el día. Las máscaras panorámicas a copiar sobre papel transparente, se orientan, en función del lugar a investigar, hacia la dirección por donde entraría el sol → ❷. Mirando por la máscara panorámica se puede trasladar cualquier influencia del entorno al papel, en el cual se ha copiado la trayectoria aparente del Sol a escala 1:1 → ❸. Después puede utilizarse el papel transparente para analizar las posibles sombras y el asoleo de las fachadas en la sección del edificio a escala real.

Horizontescopio

Es un medio auxiliar para averiguar a pie de obra las sombras y el asoleo verdadero en un edificio. Se compone de una cúpula celeste transparente, una brújula, una base y las hojas intercambiables con los gráficos circulares, que pueden utilizarse según se trate de averiguar la iluminación, la irradiación o las sombras.

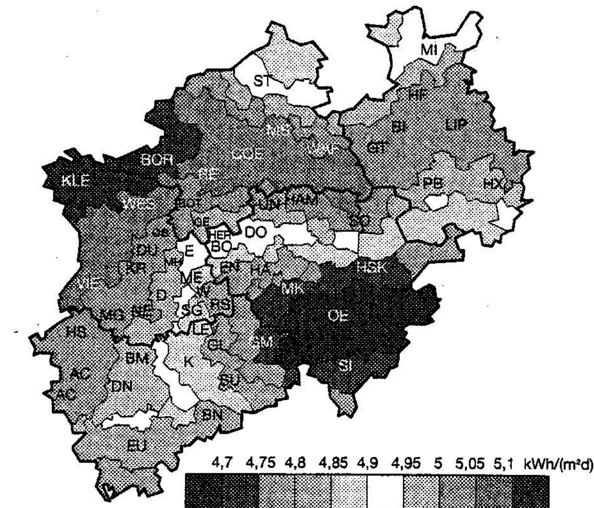
El principio del horizontescopio consiste en reconstruir las condiciones existentes de luz y sombras en el espacio → ❹. En un determinado punto del espacio se podrá conocer, mediante la proyección simultánea de la ventana en la cúpula celeste y en el gráfico circular situado debajo, la verdadera abertura de la luz que llega al interior. De esta manera, se puede averiguar, en cada punto del espacio y en función de la orientación del edificio, las condiciones de iluminación para cualquier hora de cualquier día del año → ❹.

Simulación tridimensional

Para averiguar el asoleo y las sombras exactas a lo largo del año se recomienda examinar una maqueta a escala bajo un sol artificial (luz paralela), o mediante sistemas de simulación por ordenador. La maqueta proporciona impresiones inmediatas, una mejor visión del espacio y la luminosidad esperada. Ya que la luz paralela se simula con ayuda de un espejo de 60-100 cm de tamaño, la maqueta no puede superar esta medida. Con *renders* por ordenador pueden obtenerse los cocientes luminosos exactos, las intensidades luminosas y los transcursos de luminancia, pero, en la mayoría de los casos, adolecen de una explicación de la sensación luminosa y su efecto en el espacio.



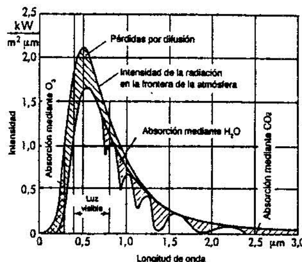
❶ Mapa de asoleo para Alemania en verano



❷ Radiación global media mensual en junio para Westfalia, Alemania

Estado del cielo (51° LN)			
Tiempo	Despejado, cielo azul sin nubes	Parcialm. cubierto, el sol se ve como un disco de mayor clar.	Cielo completamente cubierto
Horizonte Intens. radiac. (W/m²)	600–800	200–400	50–150
Horizonte Intens. de ilumin. (lux)	60.000-100.000	19.000-40.000	5.000-20.000
Proporción de luz difusa	10–20%	20–30%	80–100%

❸ Diferentes intensidades de radiación y características variables de la luz natural, según las condiciones atmosféricas



❹ Intensidad de la radiación solar

Condiciones meteorológicas

La radiación de calor y la intensidad de la luz diurna en la superficie de la tierra, a lo largo del año, depende de la latitud geográfica, el tiempo y el estado del cielo (despejado, cubierto, parcialmente cubierto, etc.) → ❸.

Sobre la duración de la luz diurna es importante saber que:

El año tiene 8.760 horas. La "claridad diurna" acumulada a lo largo de todo el año es de aproximadamente 4.300 horas. El número de horas que luce el sol en Alemania oscila entre 1.300 y 1.900 al año → ❶ de las que al menos 3/4 corresponden a los seis meses de verano y primavera.

Durante la mayor parte del año, es decir, 2/3 de las horas de luz diurna, llega más o menos luz solar difusa a la tierra en función de las condiciones atmosféricas del lugar.

Radiación global:

Así pues, la radiación solar (radiación global) que llega directa o indirectamente a la superficie de la tierra produce climas distintos en los diferentes lugares → ❶. La radiación global produce simultáneamente luz y calor. Debido a ello, la radiación solar, con una longitud de onda corta, se transforma en la superficie terrestre en una radiación térmica con una longitud de onda larga: el efecto invernadero. Este calor debe ser usado de forma activa y pasiva en la arquitectura, al igual que la luz natural producida simultáneamente.

Por lo tanto, para poder obtener una situación óptima de la luz natural dentro del edificio es preciso realizar un análisis específico de las condiciones luminosas y térmicas del lugar donde vaya a erigirse, p. ej., en Westfalia → ❷, → Atlas Solar para Westfalia.

Conceptos físicos de la radiación

La radiación solar es una "fuente de calor muy variable". Solo una pequeña parte de la energía solar se transforma en energía calorífica en la superficie terrestre, ya que la atmósfera debilita la intensidad de la radiación solar de forma irregular.

La debilitación se debe a diferentes factores, entre ellos: difusión, reflexión y absorción de la radiación a causa de la existencia de partículas de polvo (origen principal de la luz natural difusa) y también debido al contenido en vapor de agua, anhídrido carbónico y ozono del aire → ❹.

Distribución de la energía total en la superficie de la Tierra: aproximadamente 6 % de radiación ultravioleta con una longitud de onda entre 0,2 y 0,38 mm, aprox. 50 % de radiación visible con una longitud de onda entre 0,38 y 0,78 µm (el máximo en el espectro visible corresponde a una longitud de onda de 0,5 mm), aprox. 53 % de radiación infrarroja con una longitud de onda entre 0,78 y 3 µm.

La gráfica → ❹ reproduce la radiación solar que llega a la tierra; es la constante solar, que en Alemania es de unos 1.300 W/m², en una superficie irradiada verticalmente.

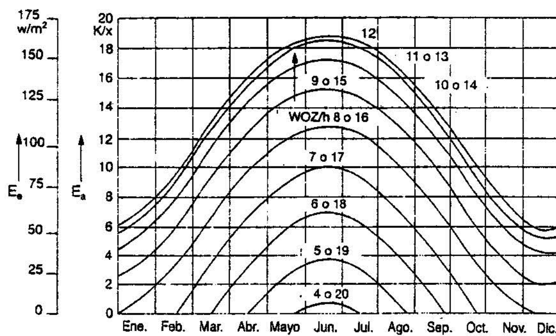
Intensidad luminosa y de la radiación

El rendimiento de la radiación disminuye en unos 200 W/m² cuando la densidad de población es elevada; y entre 50 y 200 W/m² en el caso de que solo exista radiación difusa (cielo completamente cubierto), compárese con → ❹. Estas particularidades afectan de manera análoga a la claridad de la luz natural en lux → ❸.

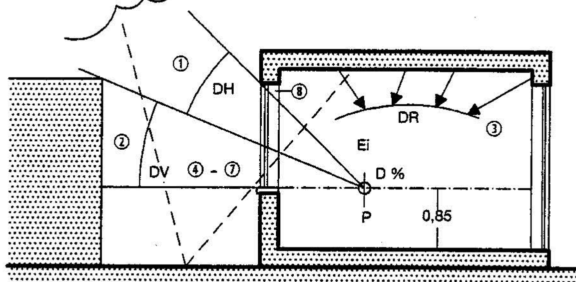
ILUMINACIÓN NATURAL
Fundamentos físicos
Altitud solar
Asoleo
Sombreado
Irradiación solar
Iluminación lateral
Iluminación cenital
Criterios de calidad
Redirección de luz natural
Apantallamiento

DIN 5034

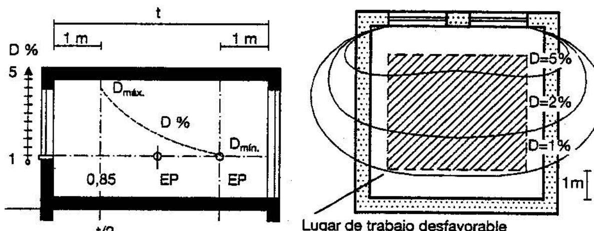
Técnicas de la construcción



❶ Intensidad de iluminación horizontal E_a, con cielo cubierto, en una latitud Norte de 51°, en función de la hora del día y la estación del año, E_e = Intensidad de radiación horizontal

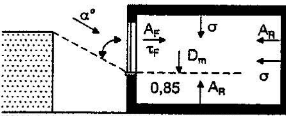


❷ Luz natural e intensidad de iluminación en un punto P del interior



❸ Cociente de iluminación natural D % con niveles de referencia (representación en sección)

❹ Distribución de la luz natural D % con dos ventanas laterales (representación en planta)

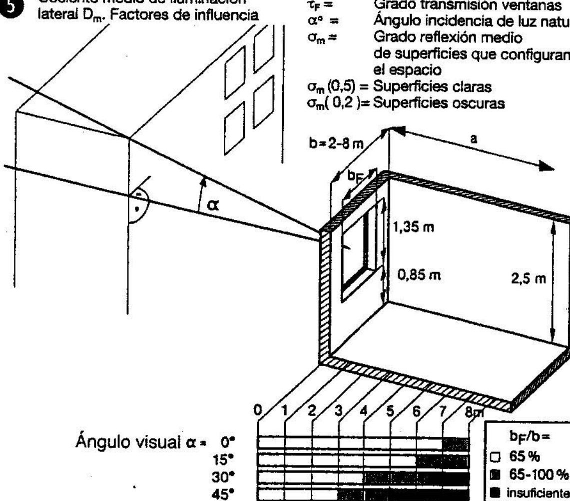


Fórmula

$D_m = \frac{AF}{AR} \times \frac{\tau \times \alpha°}{(1-\sigma_m)^2}$

A_F = Superficie de la ventana en m²
A_R = Todas las superficies que configuran el espacio en m²
τ_F = Grado transmisión ventanas
$\alpha°$ = Ángulo incidencia de luz natural
σ_m = Grado reflexión medio de superficies que configuran el espacio
σ_m (0,5) = Superficies claras
σ_m (0,2) = Superficies oscuras

❺ Cociente medio de iluminación lateral D_m. Factores de influencia



❻ La anchura mínima porcentual en obra de las ventanas en las habitaciones de estancia no debe ser menor que el 65 % de la anchura del cuarto. En espacios profundos y con gran ángulo visual construido, puede suceder incluso que una ventana con una anchura del 100 % no sea suficiente

Luz natural (LN) en espacios interiores con iluminación lateral

Para valorar la luz diurna dentro de un espacio interior pueden emplearse las siguientes medidas y criterios de calidad: intensidad lumínica y claridad; reflexión; uniformidad; cociente de iluminación natural mínimo y máximo $D_{mín.}/D_{máx.}$; reproducción cromática; deslumbramientos; contornos espaciales; sombras; visibilidad.

Fundamentos

Bases: para valorar la luz natural en espacios interiores se emplea siempre como referencia la intensidad de iluminación del cielo cubierto (es decir la radiación difusa). La luz natural que entra en un espacio interior por una ventana, se expresa mediante el cociente de iluminación natural D (*daylight-factor*). Este cociente relaciona la intensidad de iluminación en el espacio interior (Ei) con la intensidad de iluminación existente simultáneamente en el exterior (Ea), D = Ei : Ea × 100 %. La luz natural existente en un espacio interior se expresa siempre en tanto por ciento. P. ej., si la intensidad de iluminación en el exterior es de 5.000 lux y en el interior de 500 lux, entonces D = 10 %. El cociente de iluminación natural siempre es constante. La intensidad de iluminación en el interior solo varía en relación con la intensidad de iluminación existente, al mismo tiempo, en el exterior que, a su vez, cuando el cielo está cubierto, varía según la hora del día y la estación del año. Oscila aprox. entre 5.000 lux en invierno y 20.000 lux en verano → ❶.

Distribución de la luz natural en espacios interiores

El cociente de iluminación natural en el punto (P) depende de varios factores de influencia: $D = (DC + DV + DR) \times t \times k_1 \times k_2 \times k_3$ → ❷.

Siendo:

1. DC: luz reflejada por el cielo
2. DV: luz reflejada por los edificios circundantes
3. DR: luz reflejada por las superficies interiores
4. t: transmisión lumínica del acristalamiento
5. k_1: sombras originadas por el tipo de hueco
6. k_2: sombras originadas por el tipo de carpintería
7. K_3: ángulo de incidencia de la luz del sol
8. Posición y tamaño de las ventanas → ❷.

En la norma DIN 5034, se fija la zona de referencia para medir la intensidad de iluminación de la luz natural, en un espacio interior → ❸. Está situada a una altura de 0,85 m desde el canto superior del pavimento. La separación de los planos que delimitan el espacio es de 1 m. En este plano de referencia se fijan los puntos más característicos (EP) de la intensidad de iluminación horizontal. Así, los correspondientes cocientes de luz natural (a calcular) se pueden representar a lo largo de una curva → ❸ + ❺, que, en sección, da información sobre la intensidad de iluminación en el plano de referencia (en los puntos elegidos); con ello también queda fijado el $D_{máx.}$ y el $D_{mín.}$ (véase también la uniformidad). La curva de cocientes de luz natural indica, además, la distribución de la luz natural en el interior.

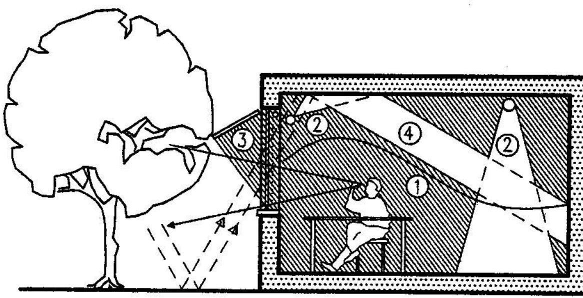
Cocientes obligatorios de iluminación natural D %:

Las prescripciones descritas a continuación se han extraído de la norma DIN 5034 "Luz natural en espacios interiores" y ASR 7.1 "Directrices sobre los lugares de trabajo". En ésta última no se define exactamente la distribución de la luz natural, mientras que en la norma DIN proporciona datos precisos sobre la distribución de la luz natural en el interior de viviendas y oficinas:

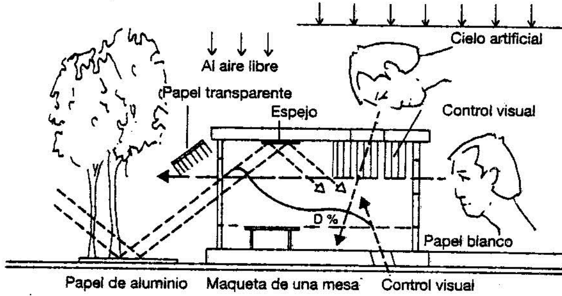
- $D_{mín.} \geq 1$ % en las habitaciones de una vivienda: punto de referencia: el centro de la estancia. Ventanas en oficinas: punto de referencia: el lugar más profundo del espacio
- $D_{mín.} \geq 2$ % en oficinas con acristalamiento en dos lados
- U = Uniformidad: $D_{mín.}/D_{máx.} \geq 1{:}6$ luz lateral
- D_m = Cociente medio de iluminación natural. Aporta información sobre el nivel medio de iluminación LN en un espacio → ❺.

Perspectivas y relaciones visuales:

Todos los contactos visuales desde el interior hacia el exterior son de vital importancia. La norma indica a este respecto en una tabla la anchura máxima de los huecos dependiendo de la profundidad de un espacio, así como la anchura de la estancia y el ángulo visual construido; de este modo la anchura de la ventana ha de ser ≥ 65 % de la anchura de la habitación → ❻ → DIN 5034.



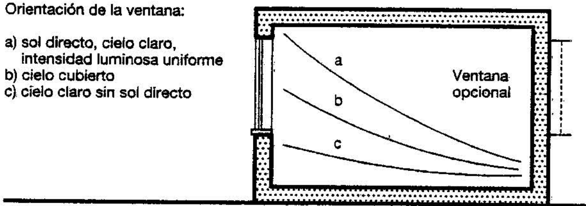
❶ Control de la luz natural y artificial: 1 Distribución de la luz natural D %, 2 Iluminación artificial complementaria diurna, 3 Protección contra deslumbramientos, 4 Superficie brillante



❷ Experimentación de la luz natural sobre una maqueta en el exterior o con cielo artificial

Orientación de la ventana:

a) sol directo, cielo claro, intensidad luminosa uniforme
b) cielo cubierto
c) cielo claro sin sol directo



❸ Nivel de iluminación natural existente en un espacio dependiendo del estado del cielo

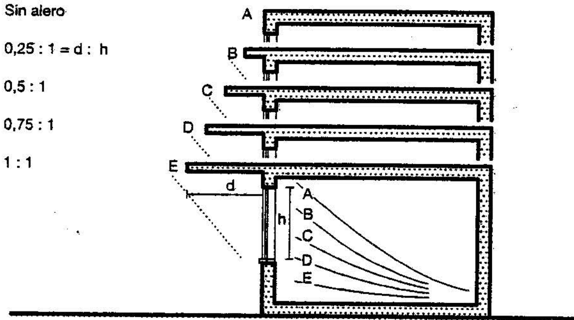
Sin alero

0,25 : 1 = d : h

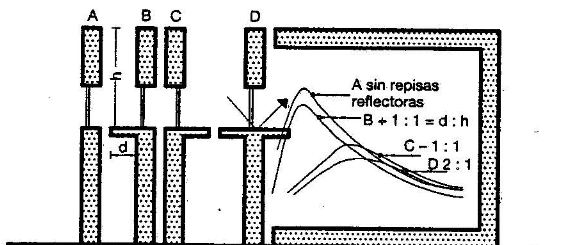
0,5 : 1

0,75 : 1

1 : 1



❺ Distribución de la luz natural en una estancia en función de los distintos voladizos situados sobre la ventana (con cielo cubierto)



❼ Distribución de la luz natural en una estancia con diferentes repisas reflectoras

Objetivos: → ❶ – ❸.

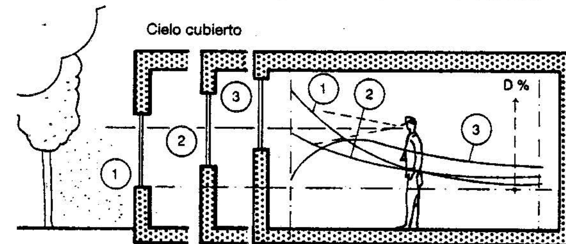
- Evitar deslumbramientos directos o indirectos
- Obtener niveles de sombra diferenciados
- Conseguir un control óptimo de la iluminación natural
- Permitir la visión del exterior en todas las estaciones
- Lograr un nivel de luz equilibrado para día y noche
- Agregar una iluminación complementaria diurna con color parecido al de la luz natural
- Reducir el empleo de la iluminación artificial
- Obtener una superficie exterior mate y clara con tonos pastel

Luz lateral: exigencias, objetivos, huecos:

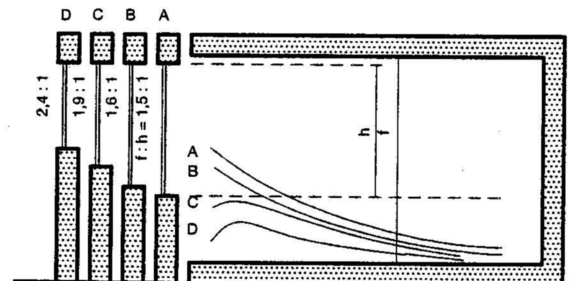
- DIN 5034
- ASR §7.1
- Normativa europea para puestos de trabajo con ordenador (ver también el listado de la Technische Universität Darmstadt)
- Directrices regionales alemanas para la edificación

En particular

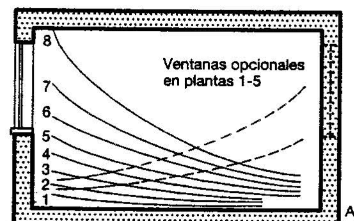
- $D_{mín.} \geq 2$ %
- $G \geq 1:6$
- Tamaños estimados de ventanas para espacios con profundidad de aprox.:
  ≤ 8 m aprox. 16 -20 %
  ≤ 8 -11 m aprox. 25 %
  ≤ 11 -14 m aprox. 30 %
  ≤ 14 m aprox. 35 % de la superficie en planta del espacio



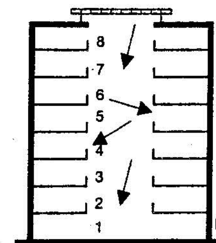
❹ Distribución de la luz natural en el interior, en función de la posición de la ventana



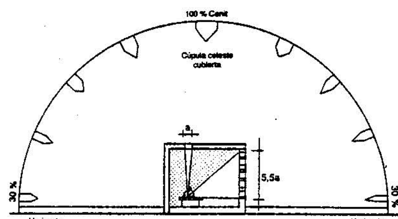
❻ Distribución de la luz natural en una estancia en función de la altura del antepecho



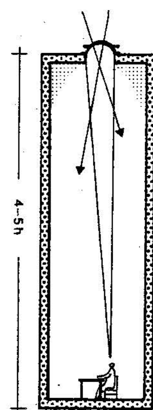
❽ Variación de la incidencia de luz natural entre las plantas 1 y 8 de un patio → ❾



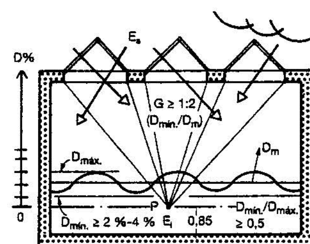
❾ Sección transversal del patio cubierto con un lucernario



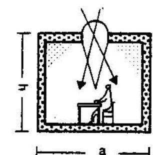
❶ Espacio con acristalamiento vertical y cenital, en función de la distribución de la intensidad de iluminación cenital



El mismo espacio con una altura de 12 a 15 m



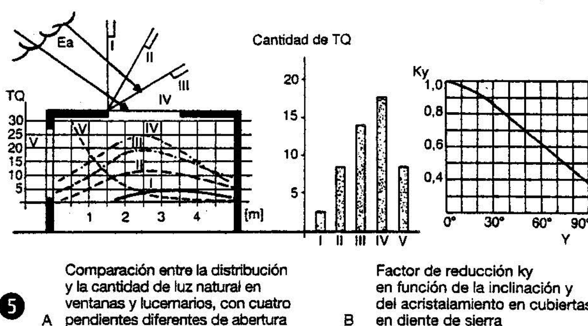
❷ Sección de un espacio con iluminación cenital



❸ Espacio de forma cúbica de 3 m de altura y con un lucernario

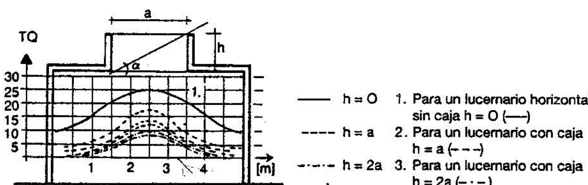
Relación $D_{mín}$: $D_{máx}$	Recomendación	Valores de ke = O/h 90°	60°	45°	O = h·ke
1:1	Óptimo	< 1 . . . 1,1			
1:1,5		1,2	1,3	1,4	
1:2	Aceptable	1,4	1,5	1,7	
1:2,5	Crítico	1,6	1,8	2	
1:3	A evitar	1,7	2	2,2	

❹ Separación entre lucernarios, altura del espacio interior y uniformidad de iluminación a conseguir, teniendo en cuenta el diseño de los correspondientes lucernarios en la cubierta (factor k_e)



❺ A Comparación entre la distribución y la cantidad de luz natural en ventanas y lucernarios, con cuatro pendientes diferentes de abertura

B Factor de reducción ky en función de la inclinación y del acristalamiento en cubiertas en diente de sierra



❻ Regularidad de la iluminación dependiendo de la altura del hueco del lucernario

Luz natural en espacios interiores por medio de lucernarios

Fundamentos básicos:

La iluminación de espacios interiores con luz natural cenital se basa en los mismos principios que la de aquellos espacios donde la luz incide a través de ventanas laterales, es decir, en la iluminación natural con cielo cubierto. La uniformidad conseguida con la luz lateral es relativamente mala, mientras que con los lucernarios ocurre lo contrario. La calidad de la luz natural cenital depende de los siguientes factores: densidad de la iluminación cenital, proporciones del espacio interior, reflexión producida en el mismo, forma del lucernario y determinados coeficientes de reducción. En la figura → ❶ se muestra una mesa de trabajo situada a la misma distancia de un lucernario y de una ventana. Para conseguir con ambos elementos una intensidad luminosa idéntica en el plano de referencia situado a 0,85 m por encima del nivel del suelo, el acristalamiento vertical ha de ser 5,5 veces mayor que el hueco practicado en el techo.

Justificación: la luz cenital es más clara y su intensidad lumínica es tres veces mayor que la existente en el horizonte. Es decir, el 100 % de la luz del cielo incide en el lucernario, mientras que en las ventanas tan solo lo hace el 33,3 %. La iluminación de un espacio "desde arriba" depende de las proporciones interiores, por tanto, de la longitud, anchura y altura. Es preciso evitar que el espacio produzca la impresión de una caverna → ❷.

Cocientes mínimos de luz natural necesarios

Para garantizar una adecuada iluminación es preciso considerar, entre otros, los siguientes factores:

$D_{mín.}/D_{máx.} \geq 0{,}5$, $D_{mín.} \geq 2$ %, en oficinas ≥ 4 %;

Uniformidad U ≥ 1: 2, superficie del hueco ≥ 16–22 % de la superficie en planta → ❸.

Lucernarios

Una iluminación cenital ideal depende de los siguientes factores compositivos: altura del espacio y disposición de los huecos (factor k_e). Cuando la separación de los lucernarios (L) se corresponde con la altura del espacio (h) —es decir, cuando ambas distancias están en la relación 1:1— se consigue una uniformidad luminosa ideal. En la práctica, es válida la regla siguiente: la relación entre la separación de los lucernarios y la altura del espacio deberá oscilar entre 1:1,5 y 1: 2 → ❹.

Esta tabla muestra la correspondencia entre las diferentes relaciones y los efectos producidos. También incorpora una recomendación a tener en cuenta al diseñar lucernarios. ¡Atención con el acristalamiento integral de los techos!

Tipos de lucernarios y sistemas constructivos

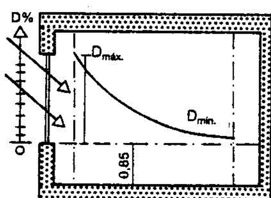
La pendiente de los huecos de los lucernarios determina el porcentaje lumínico de la cúpula celeste recortada. En → ❺ se compara la cantidad de luz incidente en una ventana vertical con la cantidad de luz que fluye al interior a través de un lucernario, en función de su inclinación. Con una abertura horizontal se consigue captar la máxima cantidad posible de luz. En cambio, en una ventana vertical se alcanza la máxima intensidad luminosa tan solo en las inmediaciones de la misma. En un lucernario cuyo acristalamiento sea vertical, la menor intensidad luminosa se alcanza en el plano de referencia. Por consiguiente, es preciso considerar un factor de reducción (ky) para calcular la luz incidente en función de la inclinación del acristalamiento. En → ❺ B) se facilitan los valores del factor de reducción ky para lucernarios de cubiertas en diente de sierra según varíe su inclinación. La radiación difusa incidente en el lucernario, antes de que éste suministre la luz al espacio interior, también se ve afectada por la profundidad de la caja del lucernario. En → ❻ se indica la diferente incidencia de luz al variar las proporciones de la caja situada por debajo de la cara superior del lucernario. Consecuentemente debe evitarse la construcción de cajas excesivamente profundas y masivas, mientras que es recomendable resolver los lucernarios con estructuras ligeras y reflectantes.

Tipo de trabajo	Luz natural D %
impreciso	1,33
semipreciso	2,66
muy preciso	5
preciso	¡10!
Nota: ¡10 % es excesivo en la cara sur, pero adecuado en la cara norte!	

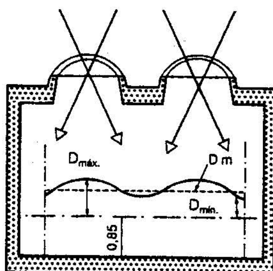
❶ Intensidad de iluminación D %

Claridad de los colores		Materiales sin tratamiento de color		Revestimiento de suelo, láminas o planchas	
(de oscuro a claro)		(de oscuro a claro)		(de oscuro a claro)	
Rojo	0,1 a 0,5	Horm. visto	0,25-0,5	Oscuros	0,1-0,15
Amarillo	0,25-0,65	Fab. vista		Semiclaros	0,15-0,25
Verde	0,15-0,55	Lad. rojo	0,15-0,3	Claros	0,25-0,4
Azul	0,1-0,3	Lad. amarillo	0,3-0,45		
Marrón	0,1-0,4	Piedra calc.	0,5-0,6		
Blan. (med.)	0,7-0,75	Madera			
Gris	0,15-0,6	Oscuras	0,1-0,2		
Negro	0,05-0,1	Semiclaras	0,2-0,4		
		Claras	0,4-0,5		

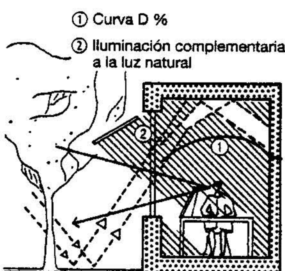
❷ Grado reflexión (materiales con su color natural → pág. 515)



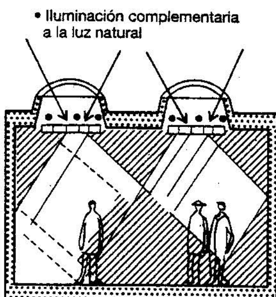
❸ Distribución de la luz lateral



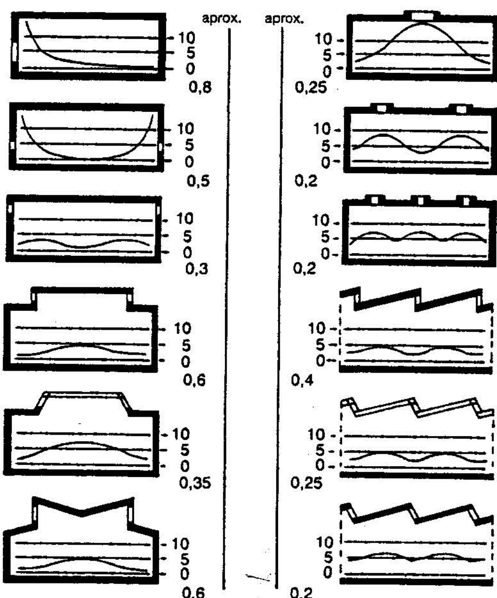
❹ Distribución de la luz cenital



❺ Sombras en la luz lateral



❻ Sombras en la luz cenital



❼ Influencia de los huecos de iluminación (en un espacio de dimensiones idénticas, k_f = superficie acristalada/superficie del espacio interior = 1:6), en la distribución de los cocientes de luz natural. Además se ha indicado el $D_{mín.}$ = 5 % valor necesario de k_f

ILUMINACIÓN NATURAL

CRITERIOS DE CALIDAD

Intensidad de iluminación, grado de reflexión, reproducción de colores y deslumbramiento

La acción conjunta de estas características de la luz natural influye en gran medida en el grado de claridad de un espacio interior. Para realizar determinadas tareas visuales se necesita una cierta intensidad de luz natural → ❶, por lo cual se ha de coordinar la elección de los grados de reflexión de las superficies que delimitan un espacio con los requisitos necesarios para efectuar las correspondientes tareas visuales. La distribución de la claridad en el espacio depende directamente del grado de reflexión de las superficies y de la disposición de las ventanas en la fachada → ❷ y → pág. 505 ❹.
La uniformidad (U) de la luz natural en el interior debe ser en el caso de la iluminación lateral U ≥ $D_{mín.}/D_{máx.}$ 1:6, → ❸, y en el caso de la cenital U ≥ $D_{mín.}/D_{máx.}$ 1:2 → ❹. La uniformidad es mayor cuando hay claraboyas, ya que la densidad de iluminación cenital es 3 veces mayor que la densidad en el horizonte.

Se puede modificar la uniformidad con las siguientes medidas:
- grado de reflexión (muy alto)
- dirigir la luz con lentes
- distribución de las ventanas.

Deslumbramiento

El deslumbramiento se debe a la reflexión directa e indirecta de las superficies y también a contrastes desfavorables en la densidad de iluminación.

Medidas para evitar el deslumbramiento:
- protectores solares en el exterior
- protectores contra el deslumbramiento en el interior o en el exterior, junto a los protectores solares
- superficies mates
- correcta situación de la iluminación complementaria.

Sombras

Las sombras son deseables, hasta un cierto grado, para poder diferenciar objetos en el espacio (→ ❺, esquema).

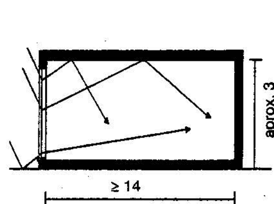
Para lograr que unas sombras produzcan un efecto más bien plástico, se pueden tomar las siguientes medidas:
- protectores solares
- protectores contra el deslumbramiento (también en la cara norte)
- distribución equilibrada de la luz natural
- evitar el deslumbramiento directo
- fachada de varias capas, por ejemplo, escalonada.

Medidas para una matización adecuada de la luz cenital:
- (→ ❻ esquema) filtrar la luz incidente en el canto inferior del hueco, con materiales translúcidos, rejillas, o similares,
- iluminación complementaria a la luz natural,
- superficies claras y mates en combinación con colores diferenciados (por ejemplo, estructura portante).

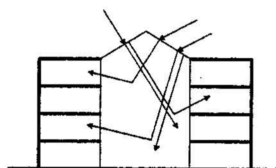
Resumen: Criterios TL - Luz lateral

Para conseguir una identidad espacial, es importante aplicar los criterios citados para la luz natural. La distribución de la luz natural en el espacio interior y, al mismo tiempo, la posibilidad de tener vistas al exterior, dependen sobre todo del diseño de la fachada, es decir, de la transición entre interior y exterior. Una transición graduada, formada por varias capas, y al mismo tiempo transparente, del interior al exterior puede satisfacer los diferentes requisitos en cuanto a luz natural, durante las cuatro estaciones del año.

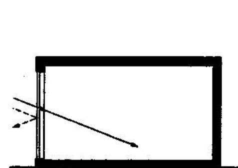
DIN 5034



A Orientación de la luz en la fachada mediante superficies reflectantes para iluminar espacios profundos

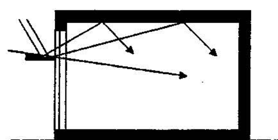


B Orientación de la luz en la cubierta para iluminar estancias, por ejemplo, en patios, museos, gimnasios...



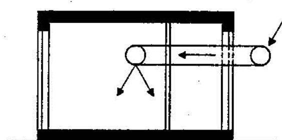
Reflexión selectiva de la radiación solar a través de vidrios recubiertos. Parte de la radiación indeseada se refleja

1 Principios para dirigir la luz



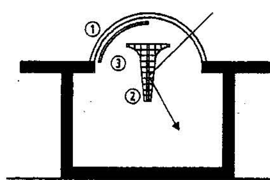
- Desviación
- Superficie reflectante curva colocada en voladizo en el travesaño de la ventana

2 Reflector horizontal



- Desviación
- Tubos o fibra de vidrio altamente reflectantes (p. ej., marca Schott)

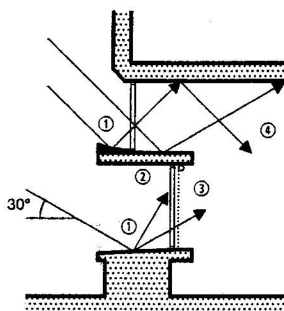
3 Tubo de luz



① Cúpula de vidrio ② Espejo ③ Prot. solar

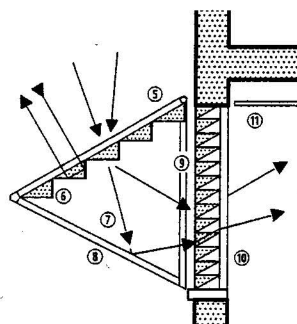
P. ej., Reichstag de Berlín, arq. Norman Foster
- Desviación de la luz directa e indirecta por reflexión

4 Espejos



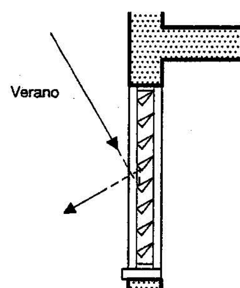
① Superficies claras o espejadas
② Reflector claro o espejado
③ Protección frente deslumbramientos
④ Techos claros y brillantes

5 Reflexión de la luz con repisas reflectoras

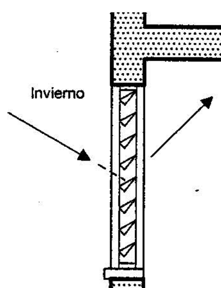


⑤ Acristalamiento
⑥ Prisma de vidrio
⑦ Espejo
⑧ Aislamiento
⑨ Prisma de vidrio
⑩ Acristalamiento
⑪ Techo reflectante

6 Prismas: reflejan o transmiten la luz dependiendo de la estación

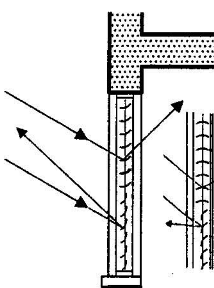


A Luz reflejada al exterior

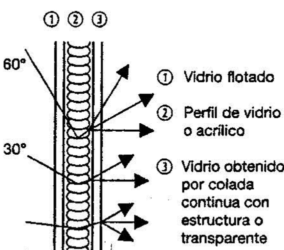


B Luz dirigida en función de la posición solar durante el verano o el invierno

7 Perfiles de espejo: situados entre las hojas de un vidrio aislante



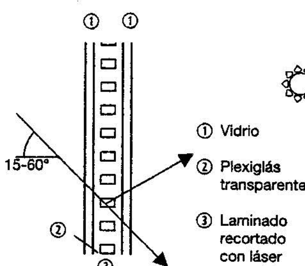
8 **Persiana:** entre vidrio aislante con distintos ángulos regulables para proteger del deslumbramiento en la parte inferior y para iluminar el falso techo en la parte superior



① Vidrio flotado
② Perfil de vidrio o acrílico
③ Vidrio obtenido por colada continua con estructura o transparente

Dirigen tanto la luz directa como la difusa
Tener en cuenta que reducen la transparencia

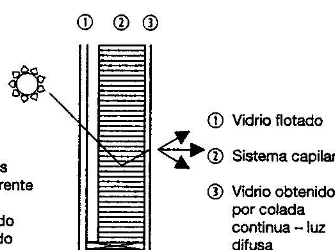
9 Vidrios con control solar



① Vidrio
② Plexiglás transparente
③ Laminado recortado con láser

- Reflexión de la luz
- Recorte láser: elemento recortado situado en la cámara de aire de un vidrio aislante

10 Recorte láser



① Vidrio flotado
② Sistema capilar
③ Vidrio obtenido por colada continua – luz difusa

- Orientación de la luz
- Alta transmisión de luz
- Fulguración

11 Aislamiento térmico translúcido

Sistemas de orientación de luz natural y sistemas de protección solar

Objetivos

- Proporcionar un control de la luz en todas las estaciones del año
- Evitar deslumbramientos
- Aumentar rendimiento luminoso
- Iluminar espacios profundos
- Conseguir un ambiente más claro
- Reducir generación de calor
- Aprovechar elementos pasivos para reducir empleo de luz artificial.

Sistemas de orientación de luz natural:

1. Reflexión de la radiación solar no deseada utilizando revestimientos especiales (vidrios combinados). Mediante diferentes tipos de recubrimiento y de construcción de los cristales se puede fijar el grado de permeabilidad luminosa (valor g), la transmisión luminosa (valor LT), el grado de reflexión (efecto espejo) y la reproducción cromática.

2. Filtración de la radiación solar directa y el aprovechamiento de la luz cenital difusa. Preferentemente son sistemas fijos, que reflejan la luz en el ángulo de la radiación directa. En la ventana o en la construcción acristalada se incorporan de forma fija espejos, prismas u otros elementos orientadores de la luz natural. Se eligen en función de la ubicación respecto al sol.

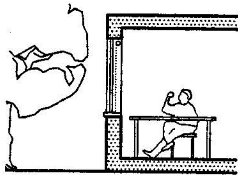
3. Direccionamiento y difusión de la luz solar directa (en general, se refleja hacia el falso techo para así evitar deslumbramientos). En este caso son necesarios sistemas móviles, ya que deben ser regulados según el ángulo de radiación solar actual.

4. Acumulación y distribución de la luz solar directa. Heliostatos acumulan la luz solar y la direccionan por medio de espejos a un lugar determinado. La precisión necesaria de estos sistemas condiciona una fabricación y mantenimiento complejos. En este sentido, deben tenerse en cuenta especialmente las tolerancias de la obra construida respecto de los planos.

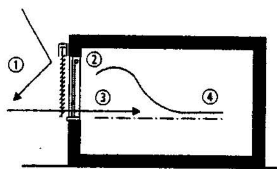
DIN 5034
Véase también: Vidrio, págs. 116 y 109

ILUMINACIÓN NATURAL

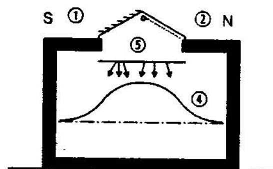
APANTALLAMIENTO



A Protección solar natural

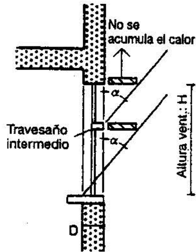


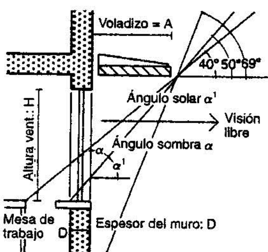
B Fachada – Entrada lateral de luz
① Protección solar exterior en verano
② Protección contra deslumbramientos, interior



C Cubierta – Entrada superior de luz
③ Sol invernal dentro del espacio
④ Distribución de la luz natural
⑤ Ev., techo dispersor de la luz

❶ Fundamentos de la protección solar

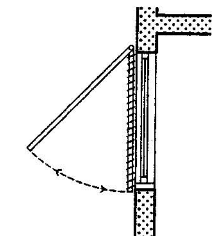




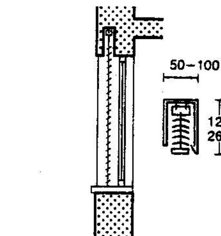
Angulo solar α^1 y ángulo de sombra α para una pared orientada al sur en una latitud 50° N.
(Fráncfort – Schweinfurt)
21 de junio (solsticio de verano) a mediodía $\alpha^1 = 63°$, $\alpha = 27°$; 1 de mayo y 31 de julio, a mediodía $\alpha^1 = 50°$, $\alpha = 40°$; 21 de marzo y 21 de septiembre (equinoccios), a mediodía $\alpha^1 = 40°$, $\alpha = 50°$.
En general, voladizo A = tg del ángulo de sombra $\alpha \cdot$ altura de la ventana H; pero, voladizo mínimo A = (tg ángulo de sombra $\alpha \cdot$ altura de la ventana H), grosor del muro D.

❷ Disposición de protecciones frente al sol, en varios niveles

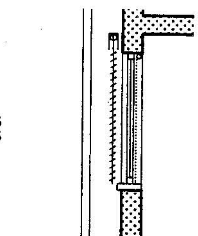
Disposición de protecciones frente al sol, en un nivel



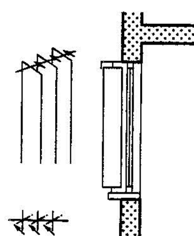
❸ Persianas
Persiana abatible (puede tener rendijas); Contraventanas correderas; fijas



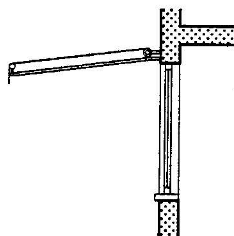
❹ Lamas
Persianas exteriores graduables, aptas para todas las orientaciones



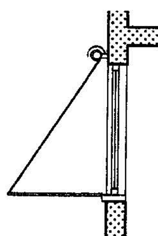
❺ Lamas
Móviles, graduables; Diferentes superficies; También Solair, vertical;



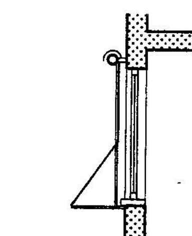
❻ *Brise-soleil*
Celosías verticales móviles, aptas para todas las orientaciones, sin problemas de retención de calor



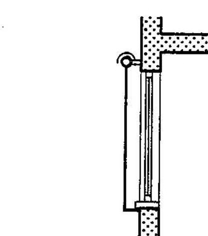
❼ Toldo horizontal
Buena protección solar pero muy susceptible a tormentas, en lo posible, con control automático conectado a una central meteorológica



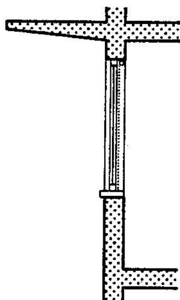
❽ Toldo punto recto
Buena protección solar, mejor estabilidad contra el viento pero menos vista que en ❼



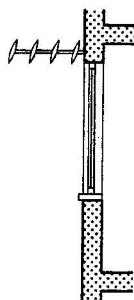
❾ Toldo punto recto
Menos graduable, da la posibilidad de sobrecalentamiento y empeora la ventilación de la ventana



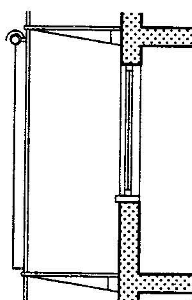
❿ Toldo punto recto
Toldos no regulables, deben tener en lo posible rieles seguros y mantener distancia del muro, para así posibilitar la ventilación



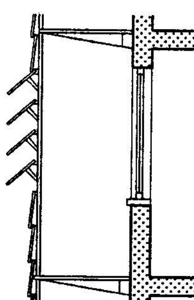
⓫ Voladizo
Alero, balcones, etc.; fijo; voladizo depende de la orientación



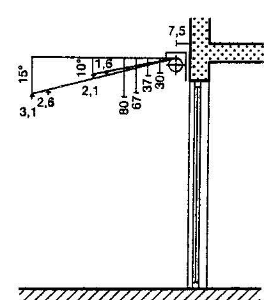
⓬ Marquesina de lamas exterior
Protección solar y contra el deslumbramiento fija; traslúcida, en retícula o celosías, fijo



⓭ Fachada doble
Protección solar por delante de la fachada, evita el efecto invernadero, independiente del mal tiempo



⓮ Fachada doble
Celosías de vidrio, sistema transparente de protección solar y de orientación de luz, manejable



⓯ Toldo extensible
Medidas para grandes toldos delante de vitrinas y sobre suplidos

Sistemas adicionales de orientación de luz y de protección solar

Objetivos

- Evitar las grandes radiaciones y diferencias luminosas (deslumbramiento) mediante ventanas o fachadas vidriadas.
- Regulación individual según el usuario.
- Facilitar el control individual de la ventilación.

Protección solar natural

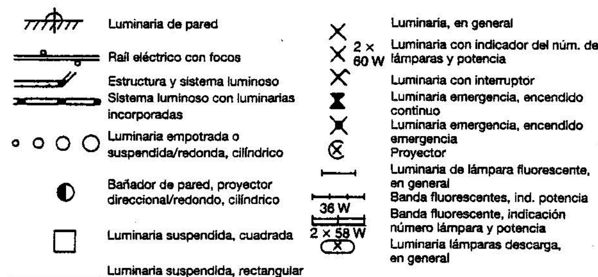
Los árboles de hoja caduca ofrecen una protección solar natural en verano, mientras que en invierno dejan pasar la luz y el calor hacia el interior.

Sistemas

La elección del sistema depende principalmente de la orientación de las ventanas que hay que proteger. El lado norte cuenta con sol directo solo en junio y julio por la mañana y por la tarde; en este caso, es suficiente con sistemas simples interiores. En orientaciones este y oeste, los sistemas móviles deben proteger del sol, que incide muy horizontal y profundo. Las ventanas a sur necesitan protección ante todo en primavera y en otoño, cuando el sol es más bajo. En temporada alta de verano son suficientes pequeños aleros para evitar el paso de la radiación solar.
Los elementos de protección solar exteriores y cerrados (toldos, persianas) deben contemplar la salida del calor generado detrás del elemento. Estos sistemas no son los más adecuados para interiores con ventilación natural.

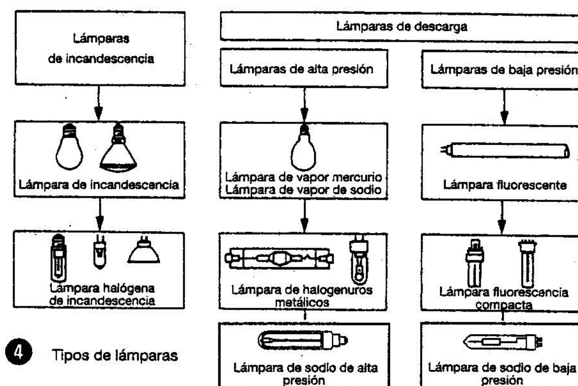
Denominación física	Denominación luminotécnica y símbolo		Unidades y abreviatura	
Flujo de radiación	Flujo luminoso	Φ	Lumen	(lm)
Intensidad radiante	Intensidad luminosa	I	Candela	(cd)
Intensidad de radiación	Intensidad de luminancia	E	Lux	(lx)
Densidad de radiación	Densidad de luminancia	L		(cd/m²)
Cantidad de radiación	Cantidad de luminancia	Q		(lm · h)
Irradiación	Iluminación	H		(lx · h)

❶ Unidades físicas y luminotécnicas



❷ Símbolos universales para planos de arquitectura

❸ Símbolos para planos de arquitectura según DIN 40717



❹ Tipos de lámparas

Lámparas de incandescencia

A (60-80) según Ø — P (W): 60-200 Lámpara de uso universal

PAR 38 — P (W): 60-120 Reflector

PAR 56 — P (W): 300 Reflector

R (63, 80, 95, según Ø — P (W): 60-150 Lámpara reflectora

A — P (W): 25-100 Lámpara softon

A — P (W): 25-100 Lámpara de criptén

A — P (W): 15-60 Lámpara en vela

A — P (W): 35-120 Lámpara en tubo

Lámparas halógenas de incandescencia

QT 32 — P (W): 75-250 — QT 18

QT-DE 12 — P (W): 60-500

QPAR 38 — P (W): 60-250 Lámpara parabólica reflectante

Lámparas halógenas de bajo voltaje

QT 9, 12, 16 — P (W): 10-150

QR-38-58 — P (W): 20 Reflectora

QR-CB — P (W): 20-75 Reflector de haz frío

QR-111 — P (W): 35-100 Reflector

25 W → 5 W; 40 W → 7 W; 60 W → 11 W; 75 W → 15 W; 100 W → 20 W; 120 W → 23 W — Composición: Hasta un 80 % de ahorro eléctrico, 10 veces más de duración

❺ Denominaciones de lámparas incandescentes (según la Asociación Alemana de electrotecnia y de industria electrotécnica)

Información: Deutsche Lichttechnische Gesellschadt (www.litg.de)
Födergemeinschaft Gutes Licht (www.licht.de)
ERCO Leuchten, Lüdenscheid

Datos luminotécnicos

El rendimiento de la radiación percibido por el ojo se denomina flujo luminoso F. El flujo luminoso comprendido en un determinado ángulo y según una dirección específica, es la intensidad luminosa I, la intensidad luminosa de una luminaria en todas las direcciones de radiación proporciona la distribución de la intensidad luminosa, por lo general reproducida en forma de curvas fotométricas (CF) → pág. 512 ❶. Las CF revelan el grado de apantallamiento de la radiación de una luminaria y si es simétrica o no.

El flujo luminoso por unidad de superficie es la intensidad de iluminancia E.

Valores típicos:

Radiación global (cielo despejado)	máx. 100.000 lx
Radiación global (cielo cubierto)	máx. 20.000 lx
Visibilidad óptima	2.000 lx
Visibilidad mínima en el puesto de trabajo	200 lx
Iluminación mínima para orientarse	20 lx
Iluminación de las vías públicas	10 lx
Iluminación de la Luna	0,2 lx

La densidad de iluminación D es una medida para determinar la claridad percibida; en las luminarias, esta densidad es relativamente alta y puede deslumbrar. De ello resulta la exigencia de colocar pantallas en las luminarias en espacios interiores, la densidad de iluminación de una superficie se calcula a partir de la densidad de iluminación E y del grado de reflexión ($D = E \cdot \rho / \pi$). Las luminarias transforman la energía eléctrica (W) en flujo luminoso (lm), la eficacia puede valorarse a partir del consumo relativo de electricidad (lm/W).

Luminarias

Las fuentes de luz artificial se componen de lámpara y luminaria. Como lámpara se designa al artefacto luminoso. Las luminarias sirven para sostener la fuente de luz (distribución, deslumbramiento). Según el principio de generación luminosa, las fuentes de luz se diferencian en lámparas de incandescencia y lámparas de descarga → ❹.

1. Lámparas de incandescencia

Características: proporcionan una luz de color blanco cálido, excelente reproducción de los colores, funcionamiento sin centelleos. Si se emplean lámparas halógenas de incandescencia se puede conseguir una densidad de iluminación elevada, además, su reducido tamaño permite que las luminarias sean también pequeñas. Propiedades adicionales: elevado rendimiento (aprox. 6-12 lm/W), vida media de unas 1.000 h.

Lámparas halógenas de incandescencia

Alcanzan gran densidad lumínica gracias a una forma compacta. En la bombilla se encuentra un gas halógeno que impide que el wolframio del filamento se condense sobre el cristal en interior del bulbo y se reduzca el rendimiento luminoso. Las dimensiones reducidas permiten formas compactas de luminarias con muy buena concentración luminosa, por lo que son especialmente indicadas para focos. Las lámparas halógenas de incandescencia tienen un efecto lumínico más brillante (hasta 24 lm/W) que las lámparas incandescentes normales, la vida útil de la lámpara es de aprox. 4.000-6.000 h (en el caso de lámparas halógenas de bajo voltaje). Para lámparas de 75 W de potencia se usan principalmente luces de baja tensión de 12 V, por lo que se debe contemplar un transformador para la conexión a la red eléctrica. Para potencias de 75-2.000 W existen luces adecuadas a una tensión de red de 220 V.

Lámparas de descarga de alta presión

HME 125/250	P (W): 125÷250	Lámpara de vapor de mercurio
HI-PAR 20/L30	P (W): 38/73	Reflector de halogenuros metálicos
HIT	P (W): 35,70,150	Lámpara de halogenuros metálicos
HIT-CRI	P (W): 35,70,150	Lámpara de halogenuros metálicos, casquillo cerámico
HIT-DE	P (W): 70-250	Lámpara de halogenuros metálicos
HIE	P (W): 75-400	Lámpara de halogenuros metálicos
HST	P (W): 50-100	Lámpara de sodio de alta presión
HSE	P (W): 50-250	Lámpara de vapor de sodio

Lámparas fluorescentes

T 26 (T 8)	P (W): 18, 30, 36, 58
T 16 (T 5)	P (W): 14, 28, 35
T 7 (T 2)	P (W): 8, 11, 13

Fluorescentes compactos

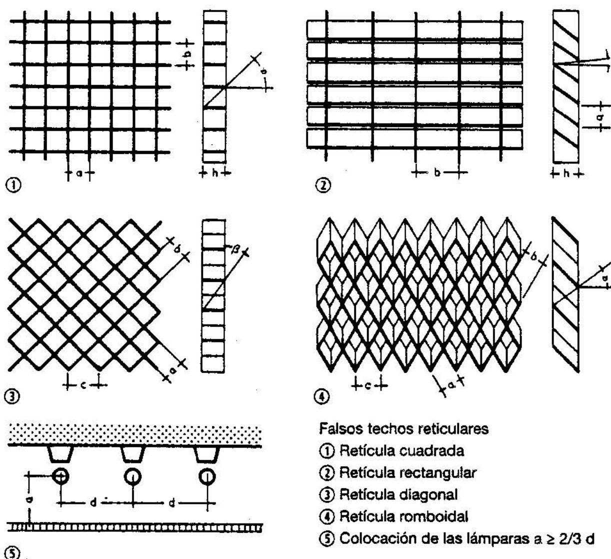
TC	P (W): 7, 9, 11
TC-D	P (W): 10, 13, 18, 26
TL	P (W): 18, 24, 36, 55
TC-SB	P (W): 7, 11, 15, 20, 40
TC-T	P (W): 18, 26, 32, 40

TC-SB: Transformador incorporado

1 Denominaciones de lámparas incandescentes (según la Asociación Alemana de electrotecnia y de industria electrotécnica)

Tipo de lámpara	Vida útil h	Rend. lumin. lm/W	Abreviatura
Lámpara incandescente	1.000	6 - 12	A...
Reflector parabólico	2.000	15	PAR...
Lámpara incandescente halógena	1.500 - 2.000	12 - 24	Q...
Lámpara incand. halógena bajo voltaje	2.000 - 6.000	12 - 24	Q...
Lámpara vapor mercurio (presión alta)	6.000 - 8.000	70 - 120	HM...
Lámpara haluro metálico (presión alta)	6.000 - 12.000	70 - 120	HI...
Lámpara de vapor de sodio	8.000 - 10.000	70 - 120	HS...
Luminaria fluorescente	20. 000	80 - 104	T...
Luminaria fluorescente compacta	8.000 - 12.000	60 - 75	TC...

2 Tabla de vida útil y de rendimiento luminoso



3 Tipos de retícula para luminarias de falso techo con luminarias fluorescentes

2. Lámparas de descarga

Características de las lámparas de descarga: funcionamiento con reactancia y cebador. Elevado rendimiento y una vida media considerablemente alto, entre 5.000 y 15.000 h. Color de la luz según el tipo de lámpara: blanco-cálido, blanco-neutro o blanco-luz diurna. Reproducción de colores desde regular a muy buena El centelleo se evita solo si se instala un aparato electrónico de encendido (EVG). Las lámparas de descarga se diferencian según el tipo de gas utilizado y su presión.

Lámpara de vapor de mercurio de baja presión

Tiene forma de barra y más conocida como tubo fluorescente, es la luminaria más utilizada. Con la descarga se compone en el interior radiación UV, que mediante un recubrimiento del tubo de cristal se transforma en una luz visible. El rendimiento luminoso es de 104 lm/W. En la denominación se utiliza el valor numérico después de la T para indicar el diámetro de los tubos en mm (T 16 = 16 mm de diámetro) o, según el caso, en 1/8 de pulgada (T 5 = 5 × 1/8" ~ 16 mm). Diámetros menores posibilitan orientaciones más exactas en las luminarias. Actualmente los balastos se regulan electrónicamente.

Uso en oficinas y edificios comerciales en **falso techo en retícula**, con la luz que cae en primer lugar directamente hacia abajo → **3** o en **bandas luminosas** y **luminaria de línea continua** (directas o indirectas). Estas posibilitan una iluminación general homogénea con un efecto de sombra suave y parecida a la luz diurna.

Luminarias fluorescentes compactas

Se desarrollaron como sustitutas de las lámparas incandescentes. El balasto está incluido en la base del casquillo. Su rendimiento luminoso es menor que en los tubos fluorescentes.

Tubos fluorescentes para publicidad

A los tubos de vidrio rellenos con gases nobles (p. ej., neón, de ahí el nombre "luces de neón") se les aplica tensión eléctrica. Según el tipo de gas se iluminan en distintos colores. Antes de rellenarlos de gas los tubos se dejan moldear como se desee, lo que permite formar figuras, textos y ornamentos. Regulación sencilla (regulación con reóstato o con transformadores), son frecuentes en cines, teatros, comercio y anuncios publicitarios.

Lámparas de vapor de mercurio y de vapor de sodio de alta presión

En lámparas de alta presión, la luz se produce mediante un arco eléctrico entre los electrodos. Se caracterizan por su gran durabilidad y rendimiento luminoso. No obstante, tienen el inconveniente de que reproducen mal los colores (mercurio, azul; sodio, amarillo), por lo que solo se utilizan como luminarias para fábricas, talleres, almacenes y exteriores. Las lámparas HME recubiertas tienen una mejor reproducción cromática.

Lámparas de haluro metálico

Producen una luz con buena reproducción cromática (colores de luz posibles: blanco cálido y luz de día) y con buen rendimiento luminoso. La fuente luminosa puntual y compacta posibilita una orientación luminosa exacta. La gran densidad luminosa y un valor alto de radiación UV son factores a tomar en consideración para evitar deslumbramientos, reflexiones y descolorimiento de elementos sensibles a los rayos UV. Con quemadores cerámicos son más estables cromáticamente durante su vida útil.

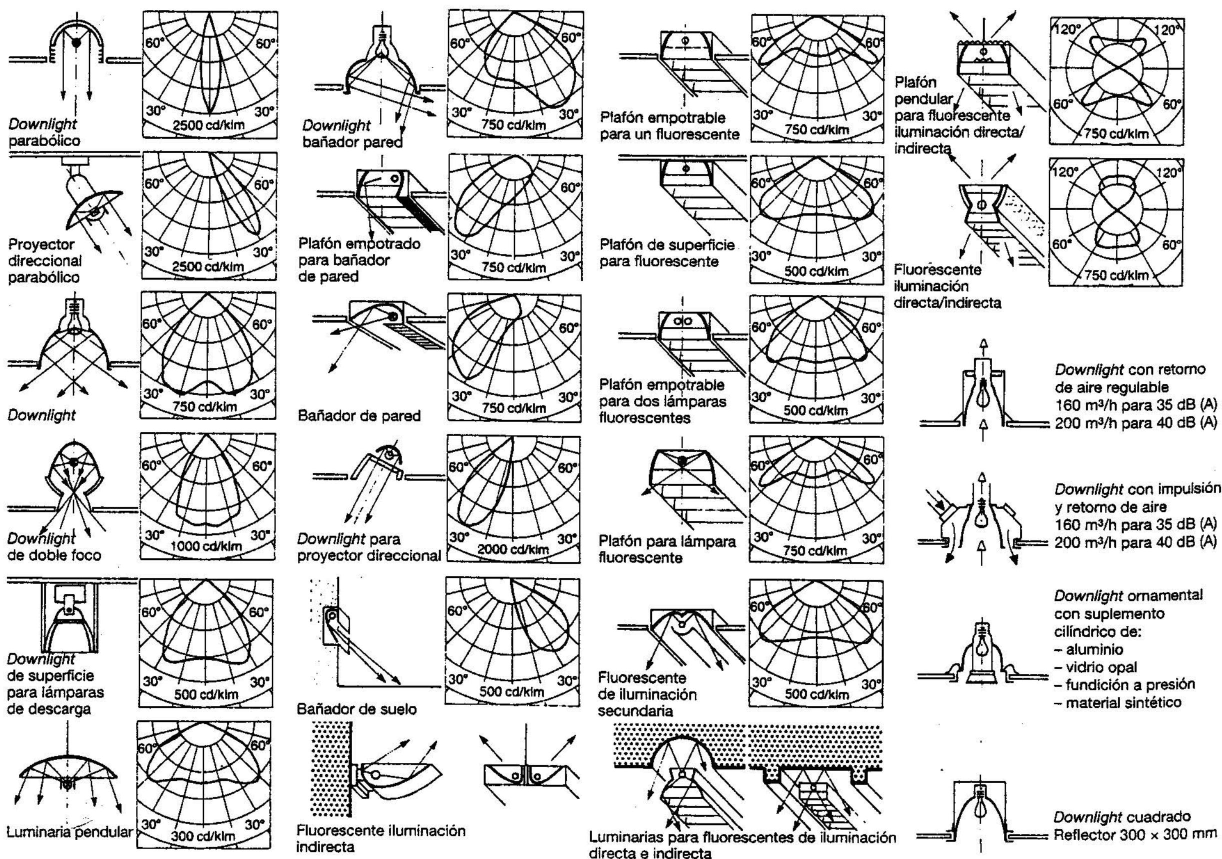
Lámparas LED

Diodo emisor de luz (Light Emiting Diode, LED en inglés). Un cristal sólido se induce a lucir mediante corriente continua (recombinación de electrones en un semiconductor). El color de la luz se determina con la elección del cristal. La luz blanca se logra combinando múltiples LED de colores o a través de luminiscencia, que transforman la luz original en blanca. La densidad luminosa se sitúa actualmente en el área de las luces halógenas de bajo voltaje, y será mejorada aún más en el futuro. Ventajas: tamaño pequeño de la fuente luminosa, bajo consumo durante su vida útil, no emite radiación UV ni infrarroja, es resistente a golpes, larga vida útil (aprox. 25.000-50.000 h).

DIN 5035
DIN EN 12464

Tipo de luminaria		Proyector extensivo	Proyector direccional	*Uplight*	*Dowlight*	Plataforma para fluorescentes: Cuadrado	Plataforma para fluorescentes: Rectangular
A	Lámpara de utilización universal 60-200 W		○		○		
PAR, R	Reflector parabólico 60-300 W		○		○		
QT	Lámpara halógena de incandescencia 20-200 W	○	○	○	○		
QT-DE	Lámp. halógena incand. portalámparas bilateral 100-500 W	○		○			
QT-LV	Lámpara halógena de bajo voltaje 20-100 W		○		○		
QR-LV	Reflector halógeno de bajo voltaje 20-100 W		○		○		
T	Lámpara fluorescente 18-58 W	○		○		○	○
TC TC-D TC-L	Lámpara fluorescente compacta 7-55 W	○	○	○	○	○	○
HME	Lámpara de vapor de mercurio 50-400 W				○		
HSE/ HST	Lámpara de vapor de sodio 50-250 W				○		
HIT HIT-DE	Lámpara halogenuros metálicos 35-250 W	○	○	○	○		

1 **Cuadro de aplicación de las lámparas según el tipo de luminaria**



2 **Luminarias y distribución de la luz**

Altura del espacio	Intensidad de iluminación normal	Uso del espacio	A ≤ 100 W	A > 100 W	PAR 38	PAR 56	R	QT ≤ 250 W	QT-DE	QT > 250 W	QT-LV	QR-CB-LV	QR-LV	T	TC	TC-D	TC-L	HME ≤ 80 W	HME > 80 W	HSE	HST	HIT-DE ≤ 70 W	HIT-DE > 70 W	HIT ≤ 70 W	HIT > 70 W	HIE	HIT-CRI
hasta 3 m	hasta 200 lux	Garajes, locales de empaquetamiento												●				●									
		Salas auxiliares												●	●	●	●										
		Talleres												●													
		Restaurantes	●								●	●	●														
		Vestíbulos									●	●			●	●											●
	hasta 500 lux	Oficinas convencionales, aulas, ventanillas de caja												●	●	●	●										
		Salas de reuniones	●	●							●	●	●	●	●	●	●										
		Talleres												●				●	●								●
		Librerías						●	●		●	●	●	●	●	●	●										
		Tiendas									●	●		●	●	●	●					●		●			●
		Salas de exposiciones			●						●			●	●	●	●	●				●		●			●
		Museos y galerías	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●			●										
		Accesos	●	●				●			●			●	●	●	●										●
	hasta 750 lux	Oficinas convencionales, mayores exigencias visuales												●			●										
		Talleres												●			●		●				●		●		
		Grandes almacenes												●			●										
		Supermercados												●													
		Vitrinas						●	●	●	●	●	●									●	●	●	●		●
		Cocina de hoteles												●			●										
		Escenarios para conciertos				●		●	●																		
		Dibujo técnico, grandes oficinas												●			●										
3 m a 5 m	hasta 200 lux	Almacenes												●			●	●	●	●	●						
		Talleres												●			●					●	●	●	●		●
		Naves industriales												●			●		●	●	●	●	●	●	●		●
		Vestíbulos			●						●		●		●	●											●
		Restaurantes	●				●				●	●	●		●	●											
		Iglesias	●	●	●			●	●		●	●	●														
		Salas de conciertos, teatros		●	●			●			●	●	●			●	●										
	hasta 500 lux	Talleres												●					●				●		●		●
		Naves industriales												●					●				●		●		
		Auditorios, aulas, salas de reuniones		●	●			●			●			●			●										●
		Tiendas			●				●		●	●	●	●		●	●	●					●		●		●
		Salas de exposiciones, museos, galerías		●	●	●	●	●	●	●				●		●	●										
		Accesos		●	●	●		●			●			●	●	●	●						●		●		●
		Hoteles		●	●				●		●	●	●		●	●											
		Pabellones polideportivos						●						●			●		●				●		●	●	●
	hasta 750 lux	Talleres												●				●	●				●		●	●	
		Salas de dibujo												●			●										●
		Laboratorios												●													
		Librerías, salas de lectura						●						●		●	●										●
		Salas de exposiciones												●			●		●				●		●	●	
		Ferias de muestras																	●							●	
		Grandes almacenes												●			●						●		●	●	●
		Supermercados												●			●										
		Grandes cocinas												●			●										
		Escenarios para conciertos				●		●	●	●	●																
más de 5 m	hasta 200 lux	Naves industriales y de maquinaria												●					●	●	●					●	●
		Salas de almacenamiento con estanterías altas												●					●								
		Iglesias		●		●		●		●	●																
		Salas de conciertos, teatros		●		●		●		●	●																●
	hasta 500 lux	Naves industriales												●					●				●		●	●	●
		Museos, galerías de arte				●		●		●	●			●			●										●
		Aeropuertos y estaciones												●			●		●	●	●		●		●	●	●
		Salas de convenciones				●		●		●	●																
		Pabellones polideportivos												●			●						●		●	●	●
	hasta 750 lux	Naves industriales																	●	●	●					●	
		Auditorios						●						●			●						●		●	●	●
		Salas de exposiciones												●			●										●
		Ferias de muestras																	●				●		●	●	
		Supermercados												●			●		●				●		●	●	

A = Lámpara universal
PAR = Reflector parabólico
R = Reflector
QT = Lámp. halógena de incandescencia
QT-DE = Lámp. halógena de incandescencia con zócalo en ambos extremos
QT-LV = Lámpara halógena de bajo voltaje
QR-LV = Reflector de bajo voltaje
QR-CB-LV = Reflector halógeno de haz frío
T = Lámpara fluorescente
TC = Lámpara fluorescente compacta
TC-D = Lámpara fluorescente compacta doble
TC-L = Lámpara fluorescente larga
HME = Lámpara de vapor de mercurio
HSE = Lámpara de vapor de sodio
HST = Lámpara tubular de vapor de sodio
HIT = Lámpara de halogenuros metálicos
HIE = Lámpara de halogenuros metálicos de forma elíptica

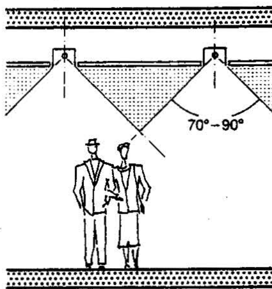
1 Lámparas para iluminar espacios interiores

ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

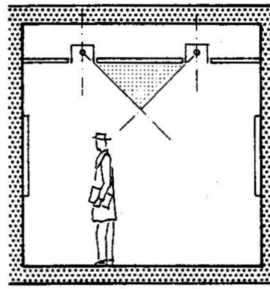
Generalidades
Lámparas
Tipos
Disposición
Criterios de calidad
Iluminancia
Lámparas fluorescentes
Directriz de seguridad y salud en los lugares de trabajo

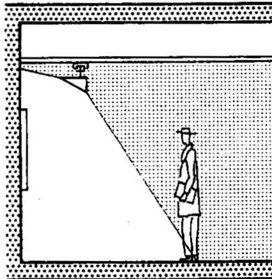
DIN 5035
DIN EN 12464

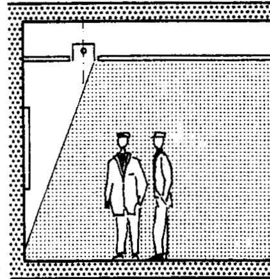
Técnicas de la construcción

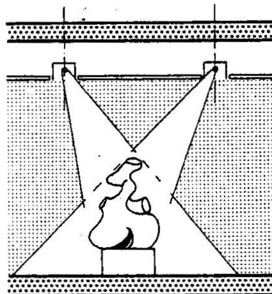


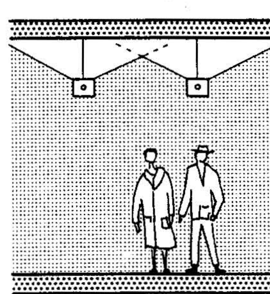
❶ Iluminación directa simétrica

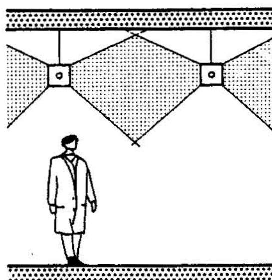

❷ Bañador de pared, iluminación directa

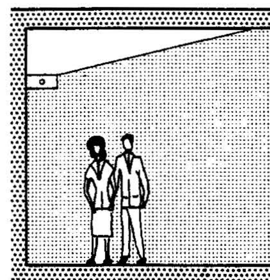

❸ Bañador de pared y suelo en raíl electrificado

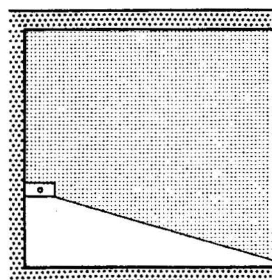

❹ Bañador de pared

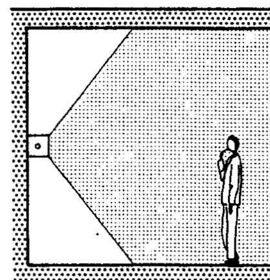

❺ Proyector orientable


❻ Iluminación indirecta


❼ Iluminación directa e indirecta


❽ Bañador de techo


❾ Bañador de suelo


❿ Luminaria mural, iluminación directa e indirecta

Tipos de iluminación en espacios interiores

Iluminación directa y simétrica → ❶. Preferible para la iluminación general de salas de trabajo, salas de conferencias y zonas de circulación. Para alcanzar un determinado nivel de iluminación se necesita un rendimiento eléctrico relativamente bajo. Rendimiento específico de las luminarias → pág. 517 ❶. Ángulo de apantallamiento en salas de trabajo, aprox. 30°; en casos con un confort visual muy elevado puede llegar hasta 40°. Se partirá de un ángulo de irradiación entre 70 y 90°.

***Downlight*-bañador de pared, luminaria fluorescente-bañador de pared** → ❷. Se utilizan para conseguir una iluminación uniforme de la pared; el efecto es equivalente al de una iluminación directa.

Raíl electrificado-bañador de pared y suelo → ❸. Iluminación uniforme de la pared; dependiendo de la separación entre los proyectores se consiguen intensidades de hasta 500 lx. Se pueden instalar tanto lámparas fluorescentes como lámparas halógenas de incandescencia.

Bañadores de pared empotrados en techo → ❹. Sirven para iluminar exclusivamente la pared; se pueden instalar tanto lámparas fluorescentes como lámparas halógenas de incandescencia.

***Downlight*-proyector orientable** → ❺. Instalando las luminarias uniformemente en el techo se consigue una iluminación diferenciada del espacio. El reflector se puede inclinar 40° y girar 360°. Instalación de lámparas halógenas de incandescencia y, especialmente, lámparas halógenas de bajo voltaje.

Iluminación indirecta → ❻. La sensación de claridad, incluso cuando el nivel de iluminación es bajo, y la ausencia de deslumbramiento caracterizan este tipo de iluminación. Es imprescindible que la sala tenga suficiente altura y, además, es necesario adecuar la iluminación a la forma del techo. En la iluminación de los puestos de trabajo se ha de limitar la iluminación del techo a un máximo de 400 cd/m². Se consume hasta tres veces más energía que con la iluminación directa.

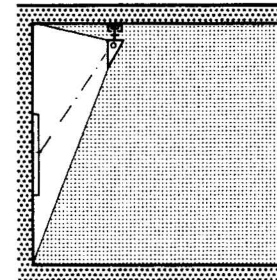
Iluminación directa-indirecta → ❼. Debido a la sensación de claridad y al rendimiento energético (30 % en la iluminación indirecta y 70 % en la iluminación directa), cuando el espacio tiene suficiente altura ($h \geq 3$ m) se suele optar por una iluminación directa-indirecta. Instalación mayoritaria de lámparas fluorescentes; en estructuras luminosas también se colocan combinándolas con lámparas de incandescencia.

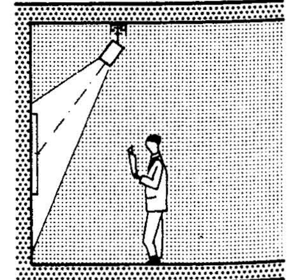
Bañadores de techo, bañadores de suelo → ❽ – ❾. Se utilizan para la iluminación de techos y paredes. Instalación de lámparas halógenas de incandescencia o lámparas fluorescentes; también es posible instalar lámparas de descarga de alta presión.

Luminarias murales → ❿. Sirven sobre todo para conseguir efectos decorativos, incluso colores especiales colocando filtros y prismas. Con limitaciones, puede emplearse también para iluminar techos y suelos.

Raíles electrificados-bañadores de pared → ⓫. Utilizados sobre todo en museos y salas de exposiciones, no se ilumina el suelo. Niveles de iluminación vertical a alcanzar en zonas de exposición: 50 lx, 150 lx y 300 lx; preferentemente lámparas de incandescencia y lámparas fluorescentes.

(Raíles electrificados-proyectores → ⓬. Ángulo de irradiación: 10° (reflector spot), 30° (*reflector flood*), 90° (reflector "bañador"). Se pueden modificar las características de irradiación mediante lentes (lente de escultura y lente de Fresnel), y la calidad de la luminaria mediante filtros UV, filtros antitérmicos y vidrios de color (museos, salas de exposición, salas de venta). La protección frente al deslumbramiento se consigue mediante viseras y monturas acopladas al cabezal.


⓫ Bañador de pared en raíl electrificado


⓬ Proyector en raíl electrificado

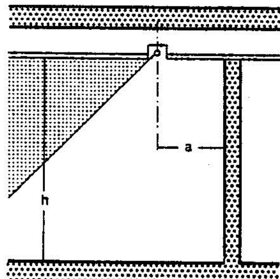
ILUMINACIÓN ARTIFICIAL
Generalidades
Lámparas
Tipos
Disposición
Criterios de calidad
Iluminancia
Lámparas fluorescentes
Directriz de seguridad y salud en los lugares de trabajo

DIN 5035
DIN EN 12464

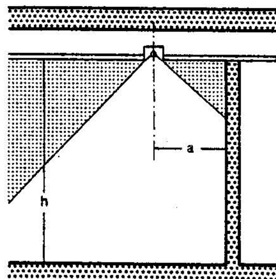
Técnicas de la construcción

ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

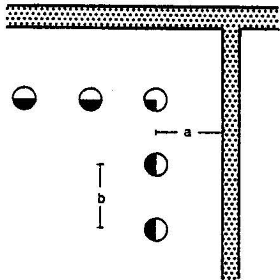
DISPOSICIÓN



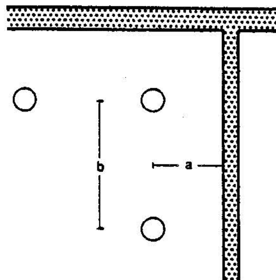
❶ *Downlight*-bañador de pared.
Separación de la pared a ≈ 1/3 h



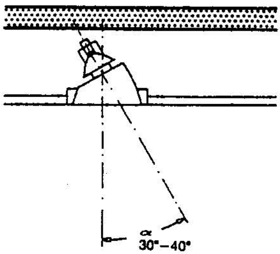
❷ *Downlight*.
Separación de la pared a ≈ 1/3 h



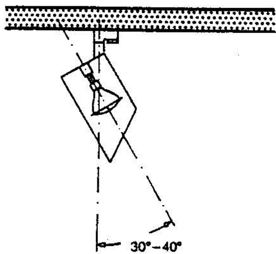
❸ *Downlight*-bañador de pared.
Separación entre luminarias:
b = 1-1,5 a



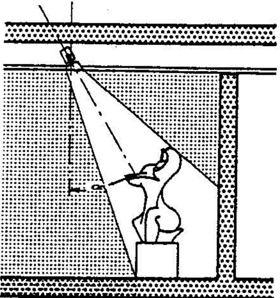
❹ *Downlight*.
Separación entre luminarias:
b = 2 a



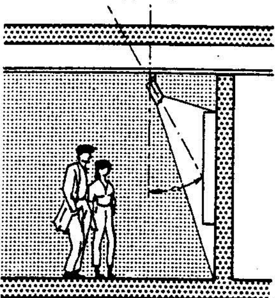
❺ Ángulo de inclinación de los proyectores orientables y bañadores: α = 30-40° (óptimo)



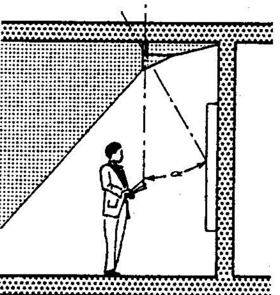
❻ Ángulo de inclinación de los proyectores para iluminar paredes y objetos aislados:
α = 30-40° (óptimo)



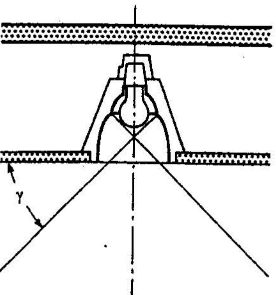
❼ Iluminación de objetos aislados



❽ Iluminación de paredes.
Proyectores



❾ Iluminación de paredes.
Bañadores



❿ Ángulo de apantallamiento
(γ = 30°/40°/50°)

Geometría de la distribución de luminarias

La separación entre las luminarias y la distancia hasta la pared dependen de la altura de la sala → ❶ – ❹.
El ángulo de incidencia de la luz sobre los objetos iluminados y la pared debe estar entre 30 (valor óptimo) y 40° → ❺ – ❾.
El ángulo de apantallamiento de los *downlights* está comprendido entre 30 (luz de irradiación ancha, suficiente delimitación del deslumbramiento) y 50° (luz de irradiación profunda, elevada delimitación del deslumbramiento) → ❿, en las luminarias fluorescentes entre 30 y 40°.

Potencia lumínica recomendada	Ámbito, actividad
20 30 50	Caminos y zonas exteriores de trabajo
50 100 150	Orientación en salas de breve estancia
100 150 200	Zonas de trabajo ocasional
200 300 500	Tareas visuales de dificultad escasa
300 500 750	Tareas visuales de dificultad media
500 750 1.000	Tareas visuales con elevadas exigencias. p. ej., trabajo oficina
750 1.000 1.500	Tareas visuales de dificultad elevada, montaje de precisión
1.000 1.500 2.000	Tar. vis. de dificultad muy elevada, p. ej., control y supervisión
más de 2.000	Iluminación complementaria para tareas visuales especiales

⓫ Potencia lumínica recomendable según C/E

Siglas de caracterización: IP	Ejemplo: IP 44
Primera cifra: 0-6	Grado protección frente a golpes y partículas
Segunda cifra: 0-8	Grado de protección frente al agua

1. 1ª cifra	Ámbito de protección	2. 2ª cifra	Ámbito de protección
0	Sin protección	0	Sin protección
1	Protección frente a partículas (> 50 mm)	1	Protección contra gotas de agua en caída vertical
2	Protección frente a partículas (> 12 mm)	2	Protección contra gotas de agua en caída inclinada, hasta 15°
3	Protección frente a partículas (< 2,5 mm)	3	Protección contra lluvia fina
4	Protección frente a partículas muy pequeñas (< 1 mm)	4	Protección contra agua pulverizada
5	Protecc. frente a sedimentos polvo	5	Protección contra chorro de agua
6	Protección frente a la entrada de polvo	6	Protección contra la entrada de agua por inundación
		7	Protección contra la entrada de agua por inmersión
		8	Protección contra la entrada de agua por sumersión

⓬ Tipo de protección

Grado	Índice Ra	Ámbito típico de aplicación
1A	> 90	Muestras de colores, galerías
1B	90 > Ra > 80	Viviendas, hoteles, restaurantes, oficinas, escuelas, hospitales, industrias, textiles, imprentas
2A	80 > Ra > 70 70 > Ra > 60	Industrias
3	60 > Ra > 40	Industrias con escasa necesidad de una buena reproducción de los colores
4	40 > Ra > 20	Ídem

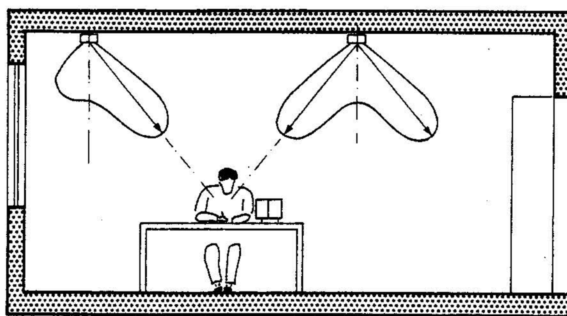
⓭ Reproducción del color de las luminarias según DIN 5035

Reflector	Característica
Reflector parabólico	Orientan la luz de una lámpara puntual de forma paralela
Reflector esférico	Reflectan la luz en el foco de la luminaria
Reflector elipsoidal	Juntan la luz en dos focos

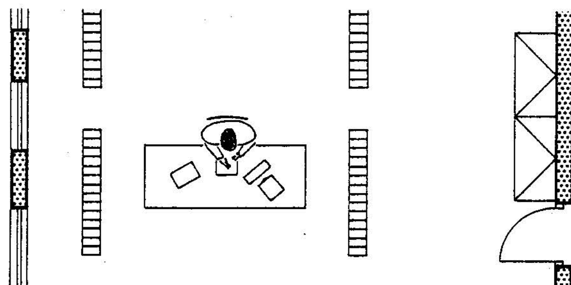
⓮ Formas de reflectores

Densidad de luminosidad cd/m²	20.000 ≤ 50.000	50.000 ≤ 500.000	< 500.000
Ángulo mínimo de apantallamiento γ	15°	20°	30°

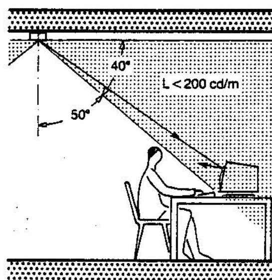
⓯ Ángulo de apantallamiento contra deslumbramiento según DIN EN 12464



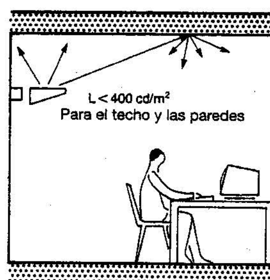
❶ Emplazamiento correcto de las luminarias respecto al puesto de trabajo, iluminación lateral



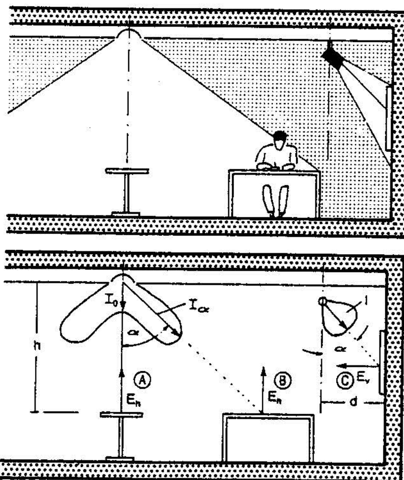
❷ Las superficies de trabajo, las pantallas de los monitores, el teclado y el papel deben ser mates

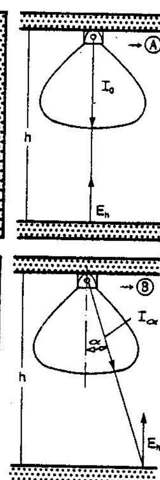


❸ Las luminarias que pueden producir reflejos deben tener menor densidad lumínica en la zona crítica de irradiación



❹ Densidad lumínica de una iluminación indirecta



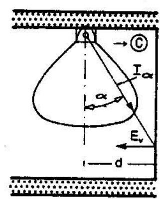


❺ Iluminancia puntual de las luminarias

Ⓐ $E_h = \frac{I_0}{h^2}$

Ⓑ $E_h = \frac{I_\alpha}{h^2} \cdot \cos^3\alpha$

Ⓒ $E_v = \frac{I_\alpha}{d^2} \cdot \cos^3(90-\alpha)$



❻ Ley de separación fotométrica

Características de la iluminación

Una buena solución luminotécnica ha de satisfacer requisitos funcionales y ergonómicos, y tener en cuenta la rentabilidad económica. Además de este criterio general, también se han de considerar aspectos cualitativos y, sobre todo, arquitectónicos.

Criterios cuantitativos

Nivel de iluminación

Como valor medio en las zonas de trabajo se necesitan entre 300 lx (oficina pequeña con luz natural) y 750 lx (espacios grandes). Mediante una iluminación complementaria de los puestos de trabajo se pueden conseguir niveles superiores de iluminación.

Dirección de la luz → ❶

Es preferible que la iluminación de los puestos de trabajo sea lateral; para lograrlo es necesario que la distribución de la luz tenga forma de ala → pág. 512 ❷.

Área de deslumbramiento → ❷ – ❸

El área de deslumbramiento abarca el directo, el que se produce por reflexión y los reflejos especulares en pantallas de monitores. El deslumbramiento directo se delimita colocando luminarias con un ángulo de apantallamiento > 30°.

El deslumbramiento producido por reflexión, con una iluminación en el puesto de trabajo y dando un tratamiento mate a las superficies circundantes → ❷ + ❺.

Los reflejos especulares en las pantallas de monitores se reducen con filtros antirreflectantes. Las luminarias, que a pesar de todo se reflejan en la pantalla, han de tener, en este ámbito, una densidad ≤ 200 cd/m² (colocación de reflectores muy brillantes).

Distribución de la densidad lumínica

La distribución armónica de la densidad lumínica es el resultado de una cuidadosa sintonía de todas las reflexiones en el espacio → ❼. La densidad lumínica de la iluminación indirecta no puede superar las 400 cd/m².

Temperatura de color y reproducción de colores → pág. 514 ⓭

El color de la luz depende de la elección de la luminaria. Hay tres grupos: luz blanca cálida (temperatura de color < 3.300 K), luz blanca neutra (3.300 K-5.000 K) y luz blanca diurna (temperatura de color > 5.000 K). En las oficinas se suelen elegir luminarias de luz blanca cálida o neutra. En cuanto a la reproducción del color, que depende del espectro de la irradiación, deben emplearse, en general, luminarias del grado 1 (muy buena reproducción del color).

Cálculo de la iluminación puntual → ❺ + ❻

La iluminancia (horizontal E_h y vertical E_v), proporcionada por luminarias aisladas se puede calcular empleando las leyes de separación fotométricas, a partir del flujo luminoso de las luminarias y las dimensiones del espacio (altura h, separación d y ángulo de incidencia a).

	Grado de reflexión %		Grado de reflexión %
Materiales de luminarias			
Aluminio brillante	80 hasta 90	Mortero claro, de cal	40 hasta 45
Aluminio extrusionado, mate	80 hasta 85	Mortero oscuro	15 hasta 25
Aluminio pulido	65 hasta 75	Piedra arenisca	20 hasta 40
Aluminio mate	55 hasta 76	Madera contrachapada	25 hasta 40
Pintura de aluminio, mate	55 hasta 65	Cemento, hormigón	15 hasta 30
Cromo pulido	60 hasta 70	Ladrillo cerámico	10 hasta 15
Esmalte blanco	65 hasta 75		
Laca blanca	80 hasta 85	**Colores**	
Cobre pulido	60 hasta 70	Blanco	70 hasta 75
Latón pulido	70 hasta 75	Gris claro	40 hasta 60
Níquel	50 hasta 60	Gris medio	25 hasta 35
Papel blanco	70 hasta 80	Gris oscuro	15 hasta 25
Vidrio plateado reflectante	80 hasta 88	Azul claro	40 hasta 50
Plata pulida	90 hasta 92	Azul oscuro	15 hasta 20
		Verde oscuro	45 hasta 55
Materiales de construcción		Verde claro	15 hasta 20
Roble albar, pulido	25 hasta 35	Amarillo claro	50 hasta 65
Roble oscuro, pulido	10 hasta 15	Marrón	10 hasta 40
Granito	20 hasta 25	Rojo claro	35 hasta 50
Piedra calcárea	35 hasta 55	Rojo oscuro	10 hasta 35
Mármol pulido	30 hasta 70		

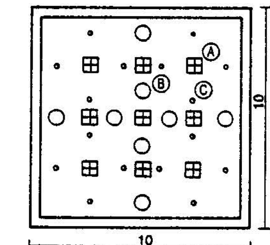
❼ Grado de reflexión de los materiales

Rendimiento específico de conexión P* W/m² para 100 lx y una altura de 3 m, una superficie ≥ 100 m² y una reflexión de 0,7/0,5/0,2		
A		12 W/m²
QT		10 W/m²
HME		5 W/m²
TC		5 W/m²
TC-L		4 W/m²
T26		3 W/m²

❶ Rendimiento específico de conexión P* para diferentes tipos de lámparas

Factor de corrección k				
Altura H	Sup. A (m²)	Grado de reflexión		
		070502 Claro	050201 Medio	000 Oscuro
hasta 3 m	20	0,75	0,65	0,6
	50	0,9	0,8	0,75
	≥ 100	1	0,9	0,85
3-5 m	20	0,55	0,45	0,4
	50	0,75	0,65	0,6
	≥ 100	0,9	0,8	0,75
5-7 m	50	0,55	0,45	0,4
	≥ 100	0,75	0,65	0,6

❷ Tabla de factores de corrección

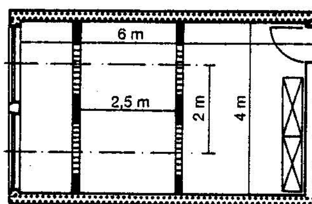


❸ Cálculo de la iluminación en un espacio interior

Ejemplo:
Superficie S = 100 m²
Altura H = 3 m
Grado de reflexión 0,5/0,2/0,1 (reflexión media)
Luminaria tipo A :
P* = 4 W/m² · (fluorescente compacto)
P = 9 · 45 W = 405 W
Luminaria tipo B :
P* = 12 W/m² · (lámpara universal)
P = 8 · 100 W = 800 W
Luminaria tipo C :
P* = 10 W/m² · (lámpara halógena de incand.)
P = 16 · 20 W = 320 W
Fórmula → ❽

$$E_n = \left(\frac{100 \cdot 405}{100 \cdot 4} + \frac{100 \cdot 800}{100 \cdot 12} + \frac{100 \cdot 320}{100 \cdot 10}\right) \cdot 0{,}9$$

E_n = 180 lx

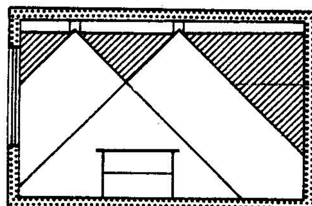


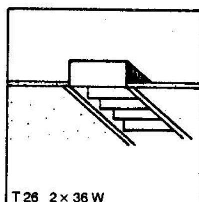
A = 24 m²
k = 0,75 (reflexión clara)
P* = 3 W/m²
P = 4 · 90 W = 360 W

$$E_n = \frac{100 \cdot 4 \cdot 90}{24 \cdot 3} \cdot 0{,}75$$

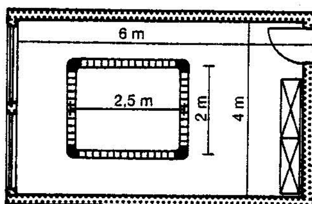
E_n = 375 lx

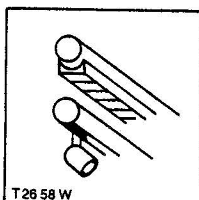
❹ Cálculo de la iluminación en una oficina



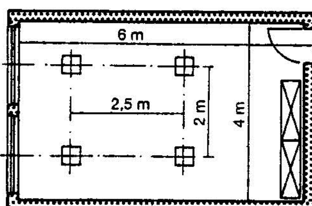


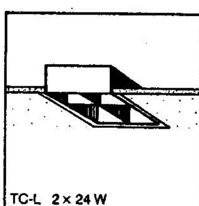
❺ Luminarias empotradas con lámparas fluorescentes





❻ Estructuras luminosas





❼ Luminarias empotradas con lámparas fluorescentes

Cálculo de la iluminancia media

En la práctica, con frecuencia es necesario calcular de forma aproximada la iluminancia media (E_m), para un determinado rendimiento eléctrico de las luminarias, p. ej., para calcular el rendimiento eléctrico P de un determinado nivel de iluminancia. E_m y P se pueden calcular aproximadamente con la fórmula → ❽. El rendimiento eléctrico necesario en la conexión P* depende del tipo de luminaria empleado → ❶. Corresponde a una iluminación directa. El factor de corrección k depende de las dimensiones del espacio y del grado de reflexión de las paredes, del techo y del suelo → ❷. Si se han de calcular espacios con diferentes tipos de luminarias, se calcula cada uno de ellos por separado y se suman al final → ❸.

El cálculo de la iluminancia, con ayuda del rendimiento específico de la conexión, también puede aplicarse en oficinas. Por ejemplo, una sala rectangular de 24 m² de superficie se equipa con 4 luminarias. Si cada una de ellas consiste en 2 lámparas de 36 W (valor de conexión incluido el interruptor: 90 W), se aplica la fórmula → ❽ y resulta una iluminancia aproximada de 375 lx.

En las oficinas, además de las luminarias convencionales de forma rectangular para lámparas fluorescentes, también se emplean luminarias de forma cuadrada con lámparas fluorescentes compactas → ❼ o estructuras luminosas → ❻. Estas últimas permiten la combinación con raíles electrificados para colocar proyectores.

Iluminación de edificios

El flujo luminoso necesario para iluminar un edificio se calcula con la fórmula → ❾. La densidad lumínica debería estar comprendida entre 3 cd/m² (edificios aislados) y 16 cd/m² (edificios en un entorno muy claro).

$$E_m = \frac{100 \cdot P}{A \cdot P^*} \cdot k$$

$$P = \frac{E_m \cdot S \cdot P^*}{100} \cdot \frac{1}{k}$$

E_m Iluminancia nominal media (lx)
P Rendimiento de conexión (W)
P* Rendimiento específico de conexión (W/m²) → ❶
S Superficie del espacio
k Factor de corrección → ❷

❽ Fórmula para iluminancias medias E_m y rendimiento de conexión P

Fórmula de cálculo del flujo luminoso

$$\Phi = \frac{\pi \cdot L \cdot A}{\eta_B \cdot \rho}$$

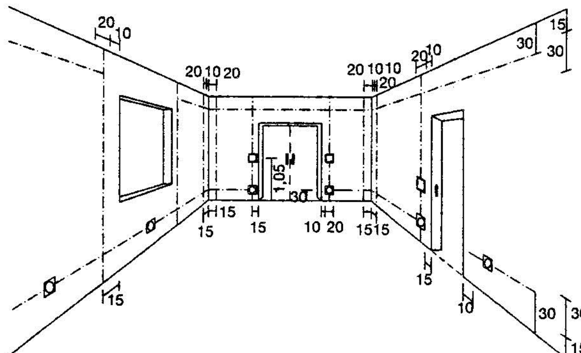
Densidad lumínica del edificio	(cd/m²) L
Aislado	3 - 6,5
Entorno oscuro	6,5 - 10
Entorno semiclaro	10 - 13
Entorno muy claro	13 - 16

Efecto de la iluminación Edificio	η_B
Superficie grande	0,4
Superficie pequeña	
A gran distancia	0,3
Torres	0,2

Φ = flujo luminoso necesario
L = densidad lumínica media (cd/m²)
A = superficie a iluminar
η_B = efecto de la iluminación
ρ = grado de reflexión del material

Grado de reflexión del material	ρ
Ladrillo pintado blanco	0,85
Mármol blanco	0,6
Revoque de mort. claro	0,3-0,5
Revoque de mort. oscuro	0,2-0,3
Piedra arenisca clara	0,3-0,4
Piedra arenisca oscura	0,1-0,2
Ladrillo claro	0,3-0,4
Ladrillo oscuro	0,1-0,2
Madera clara	0,4-0,5
Granito	0,1-0,2

❾ Flujo luminoso necesario para iluminar edificios



❿ Distancias recomendables para el tendido de los cables eléctricos en espacios habitables (en cm)

Recomendaciones de uso

	Blanco cálido				Blanco neutro		Blanco de luz natural		
Temperatura de color	827	927	830	930	840	940	950	865	965
Grado de reproducción de color	1B	1A	1B	1A	1B	1A	1A	1B	1A
Espacios de venta									
Alimentación	•		X						
Tejidos y artículos de piel		X	•	X	•	X			
Muebles, alfombras	X	X	•	X					
Artículos de deporte, juegos y papelería			X		X				
Fotografía, relojería y joyería			X	•	X	•			
Cosmética, peluquería	•	X	•	X	•	X			
Floristería				X		X			
Panadería	X								
Congelados	X								
Quesos, fruta, verdura	X								
Pescado	X		X		X				
Grandes almacenes, supermercados	X	X	X	X	X	X			
Industria y talleres artesanos									
Talleres					X				
Electrotecnia y constr. mecánicas					X			X	
Fabricación textil					•	X	X	•	X
Imprenta, industria gráfica					•	X	X	•	X
Taller de pintura							•	X	•
Almacén, distribución					X				
Cultivo de plantas					X		X	X	
Elaboración madera					X				
Altos hornos, laminador			•	X	•	X	X	X	•
Laboratorio							X		X
Despachos de administración									
Despachos, pasillos			X		X				
Salas de reuniones	X		X		X				
Seminarios y aulas									
Salas de conferencias, aulas, parvularios			X	•	X				
Biblioteca, sala de lecturas	X	•	X						
Locales públicos									
Restaurantes, hoteles	X	X							
Teatros, salas de conciertos, hoteles	X								
Salas de actos									
Pabellones muestras y exposiciones	X		X		X				
Pabellones deport. y de usos múltiples			X		X				
Museos y galerías		X		X					
Clínicas y consultas									
Diagnóstico y tratamiento				X		•			
Dormitorios pacientes, salas de espera		X		X					
Viviendas									
Sala de estar	X		•						
Cocina, baño, taller doméstico, sótano	X		X		X	X			

1 Luz fosforescente empleada correctamente • = recomendado X = posible

ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

DIRECTRIZ DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO "ILUMINACIÓN ARTIFICIAL" ASR 7/3, DIN EN 12464-1 (EXTRACTO)

Puestos de trabajo en espacios interiores

Tipo de espacio o de actividad	en / lx
Zonas comunes:	
Zonas de circulación en almacenes	50
Almacenes	50
Almacenaje con tareas de búsqueda	100
Almacenaje con tareas de lectura	200
Pasillos con estanterías	20
Mostrador	200
Mostrador de expedición	200
Bares	200
Salas de descanso	100
Gimnasios	300
Vestuarios	100
Lavaderos	100
Inodoros	100
Lavabos	500
Salas de máquinas	100
Aprovisionamiento de energía	100
Expedición de correo	500
Centralita telefónica	300
Zonas de circulación interiores:	
Para personas	50
Para vehículos	100
Escaleras	100
Rampas	100
Oficinas:	
Oficinas en general	500
Oficinas con puestos de trabajo cercanos a ventanas	300
Grandes oficinas/oficinas agrupadas:	
Reflexión elevada	750
Reflexión media	1.000
Dibujo técnico	750
Salas para entrevistas	300
Recepción	100
Circulación de público	200
Procesamiento de datos	300
Industria química:	
Instalaciones dirigidas a distancia	50
Instalaciones con actividad manual, ocasional	100
Puestos de trabajo permanentes en instalaciones industriales	200
Puntos de observación	300
Laboratorios	300
Trabajos con elevada exigencia visual	500
Comprobación de colores	1.000
Industria del cemento cerámica y vidrio:	
Puestos o zonas de trabajo en hornos, mezcladoras y trituradoras	200
Prensar, fresar, soplar (vidrio)	300
Pulir, esmerilar, grabar (vidrio)	500
Trabajos ornamentales	500
Pulir y grabar a mano	750
Trabajos de precisión	1.000
Acerías, siderurgias grandes funciones:	
Instalaciones automatizadas	50
Instalaciones para tareas manuales	100
Puestos de ocupación permanente en instalaciones de producción	200
Puntos de observación	300
Puestos de control	500
Industria de transformación del acero:	
Forja de piezas pequeñas	200
Soldar	300
Trabajos de relativa precisión con máquinas	300
Trabajos de gran precisión con máquinas	500
Puestos de control	750
Trenes de laminado en frío	200
Trenes de estirado de alambres	300
Manipulación de planchas pesadas	200
Manipulación de planchas ligeras	300
Producción de herramientas	500
Trabajos de montaje de baja precisión	200
Trabajos de montaje de precisión media	300
Trabajos de montaje de elevada precisión	500
Forjas de estampación	200
Fundiciones, sótanos, etc.	50
Pasarelas	100
Preparación de moldes de arena	200
Cepillado de fundición	200
Puestos de trabajo en el mezclador	200
Naves de fundición	200
Puestos de vaciado	200
Trabajos de conformado a máquina	200
Trabajos de conformado manual	300
Construcción de núcleos	300
Construcción de moldes	500
Trabajos de galvanización	300
Trabajos de pintado	300
Puestos de control	750
Fabricación de herramientas y mecánica de precisión	1.000
Montaje de carrocerías	500
Trabajos de lacado	750
Trabajos nocturnos de lacado	1.000
Trabajos de pulido	500
Montaje de acabado	500
Trabajos de inspección	750
Centrales térmicas:	
Instalaciones de alimentación	50
Sala de calderas	100
Sala de igualación de presiones	200
Salas de máquinas	100
Sala auxiliar	50
Cuadros de mandos en el interior	100
Cuadros de mandos en el exterior	20
Puntos de observación	300
Trabajos de revisión	500
Industrias electrotécnicas:	
Fabricación de cables y conductores, trabajos de montaje, bobinado con alambre grueso	300
Montaje de aparatos telefónicos, bobinado con alambre medio	500
Montaje de elementos de precisión, trabajos de ajuste y control	1.000
Montaje de elementos de gran precisión, componentes electrónicos	1.500
Industria relojera y de joyería:	
Elaboración de joyas	1.000
Manipulación de piedras preciosas	1.500
Taller de óptica y relojería	1.500
Industrias de transformación de la madera:	
Fosa de desecación	100
Bastidor de sierra	200
Trabajos de montaje	200
Elección de tipos de madera, trabajos de lacado y modelación	500
Manipulación de madera con máquinas	500
Chapado de madera	500
Control de fallos	750
Industrias papeleras e imprentas:	
Elaboración de pasta de madera	200
Fabricación de cartón	300
Trabajos de encuadernación, impresión de papel pintado	300
Trabajos de corte, dorado, estampación, grabado en relieve de clichés, impresión a máquina elaboración de matrices	500
Impresión manual, selección de papel	750
Trabajos de litografía, retocado, composición a mano y a máquina ajuste de la composición	1.000
Control de colores en impresiones policromas	1.500
Trabajos de grabado en cobre y acero	2.000
Industria peletera:	
Trabajos en cubas	200
Manipulación de las pieles	300
Trabajos de guarnición	500
Tintes de pieles	750
Control de calidad, exigencia media	750
Control de calidad exigencia elevada,	1.000
Control calidad exigencia muy elevada	1.500
Control de colores	1.000
Industria textil:	
Puestos de trabajo en piscinas	200
Talleres de hilado	300
Talleres de tintado	300
Hilar, tejer, labores de punto	500
Coser, estampar tejidos	750
Taller de modista	750
Trabajos de modista	1.000
Control mercancías, control de colores	1.000
Zurcido	1.500
Industria de la alimentación:	
Puestos de trabajo, en general	200
Mezclar, empaquetar	300
Mataderos, centrales lecheras, molinos	300
Cortar y elegir	300
Elaboración de comestibles y cigarrillos	500
Control de producción, decoración, selección	
500 Laboratorios	1.000
Comercio mayorista y minorista:	
Puestos de trabajo de ocupación permanente, tiendas	300
Puestos de trabajo en las cajas	500
Artesanía y manufacturación:	
Pintado de elementos de acero	200
Montaje de instalaciones de calefacción y de aire acondicionado	200
Cerrajerías	300
Talleres de reparación de automóviles	300
Carpinterías	300
Taller de reparación, en general	500
Talleres de reparación de radios y televisores 500	
Empresas de servicios:	
Hoteles y restaurantes	200
Recepción	300
Cocinas	500
Comedores	200
Bufé	300
Salones	300
Restaurantes, *self-service*	300
Lavandería	300
Planchado a máquina	300
Planchado a mano	300
Seleccionar	300
Trabajos de control	1.000
Peluquería	500
Cosmética	750
Industria del plástico:	
Modelado por inyección	500
Solapado	300
Prensado	300

Puestos de trabajo al aire libre

Tipo de trabajo, zona de tráfico peatonal o rodado y talle	en / lx
Zonas de tráfico rodado y peatonal en un recinto industrial	
Acceso al recinto	50
Senderos peatonales	5
Vías para bicicletas	$E_{mín.} \geq 3$
Vías de tráfico rodado con actividades de carga y descarga en zonas con velocidad limitada ≤ 30 km/h	10
Vías de tráfico rodado con actividades de carga y descarga o con gran afluencia de tráfico y limitación de velocidad	20
Aparcamientos	3
Puertos Áreas de maniobra y almacenaje de contenedores y zonas de tráfico rodado	20
Carga y descarga de contenedores	100
Muelles	5
Embarque de mercancías sueltas	20
Embarque de mercancías de gran tonelaje (carga a granel, fluidos)	10
Áreas de trabajo en las zonas de almacenamiento de mercancías sueltas	20
Mercancías de gran tonelaje	5
Fluidos peligrosos	5
Embarcadero para transporte de personas	30
Embarcadero para transporte mixto	50
Diques	20
Lugares del puerto para reparación	20
Zonas de maniobra y carga	20
Áreas de trabajo en superficies para almacenaje y apilamiento	
Mercancías sueltas	30
Mercancías de gran tonelaje	10
Recintos con vías Zona de vías, Estaciones de maniobras	
1 Transporte público	3
2 Otro tipo de transporte	5
Andenes según DIN 67525, zonas de carga y descarga	30
Pasos a nivel	20
Obras Edificación en altura	20
Obras públicas	20
Construcciones metálicas	30
Construcción de túneles	30
Plantas químicas	10
Centrales eléctricas	
Zonas de tráfico	
1 Centrales comunes	10
2 Centrales nucleares	20
Instalaciones de control	20
Explotación a cielo descubierto	
1 Iluminación general	3
2 Iluminación adicional en las zonas de trabajo	20
Depuradoras	
Caminos	5
Estanques	-
Gasolineras	100

1 Tabla de valores de iluminación para puestos de trabajo

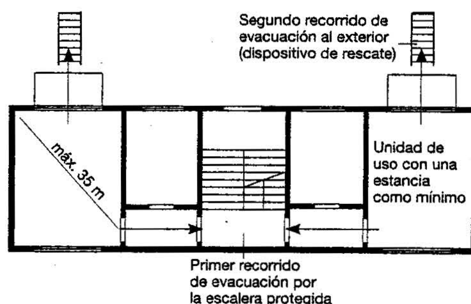
Prevención de incendios

Procedimientos constructivos	Procedimientos técnicos	Procedimientos organizativos

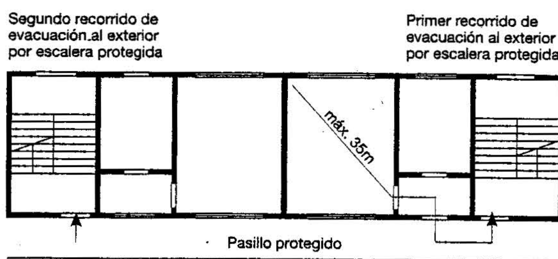
❶ Procedimientos de prevención de incendios (frente a los procedimientos de lucha contra incendios de los bomberos)

Denominación	Contenido
DIN 4102	Comportamiento frente al fuego de materiales y elementos constructivos
DIN EN 13501	Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación
MBO	Ordenanza modelo sobre la Edificación
MIndBauR	Directrices sobre la protección constructiva contra incendios para la edificación industrial
MVStättV	Ordenanza modelo Reguladora de los Usos y Condiciones de los Locales de Espectáculos y Reunión
MSchulBauR	Ordenanza modelo para la construcción de edificios escolares
MHHR	Directrices modelo para el tratamiento constructivo en edificios en altura
ArbStättV/ASR	Ordenanza de seguridad e higiene en el trabajo/Directrices de seguridad e higiene en los lugares de trabajo
BGV	Directrices de la asociación federal de las mutuas comerciales de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales
VdS/CEA	Reglamentos y fichas descriptivas de la Asociación de Aseguradoras contra daños materiales VdS

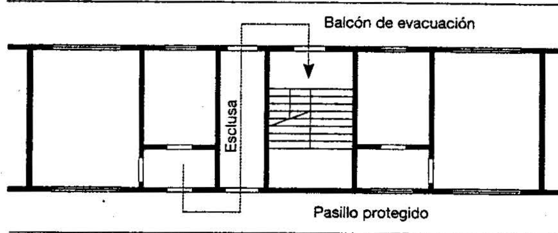
❷ Reglamentos técnicos alemanes para la protección contra incendios (selección)



❸ Primer y segundo recorrido de evacuación para unidades de uso que no están en la planta baja (representación de principio según MBO)



❹ Primer y segundo recorrido de evacuación por dos cajas de escalera protegidas y por un pasillo protegido (representación del principio según MBO)



❺ Recorrido de evacuación por una caja de escalera especialmente protegida (representación del principio según MBO) → pág. 258

Nota: Los siguientes párrafos describen la situación legal en Alemania. Es indispensable consultar la normativa vigente en cada país.

Las construcciones deben estar pensadas para que eviten los **incendios** y **la propagación del fuego**; para ello, tendrán en cuenta la inflamabilidad y la capacidad de resistencia contra el fuego (clase RF) de los materiales, la estanquidad de los cerramientos de los huecos, así como la disposición de recorridos de evacuación para facilitar la salida de personas y animales y la lucha contra incendios eficiente.

En principio se diferencian tres categorías de medidas preventivas contra incendios → ❶:
Las **disposiciones constructivas** afectan a la concepción del diseño (p. ej., recorridos de evacuación, cantidad y configuración de escaleras, así como el tamaño de los sectores de incendio) y también a todas las soluciones constructivas del edificio y sus partes (p. ej., secciones mínimas, recubrimientos, revestimientos y capas, distribución de montantes de instalaciones, construcción de puertas cortafuegos y ventanas contra fuego, etc.). El término **medidas técnicas contra incendios** designa todas las disposiciones técnicas que se activan automáticamente (p. ej., detectores de humo y de incendio, rociadores, dispositivos de salida de humo y de calor) en caso de incendio. Las **medidas organizativas de protección contra incendios** afectan a las personas que controlan las medidas de protección y la redacción de regulaciones y planes contra incendios.

Las exigencias generales de prevención de incendios en la construcción se basan en las ordenanzas locales o la MBO:
Para edificios de las clases 1-5 (en Alemania) la MBO contiene las exigencias técnicas de protección contra incendios para la disposición de separaciones entre edificios → pág. 76, y las directrices para la construcción de muros estructurales, pilares, muros exteriores, tabiques, muros cortafuego, falsos techos y cubiertas → págs. 523-525, además de las exigencias para la configuración de recorridos de evacuación.

Las **construcciones especiales** según la MBO, requieren medidas contra incendios especiales, reguladas en ordenanzas y disposiciones adicionales. Una selección de las reglas más importantes para protección contra incendios → ❷.
La planificación de este tipo de edificios requiere la colaboración de un perito técnico experto en protección en la fase del proyecto, para elaborar el concepto de protección contra incendios.

Recorridos de evacuación

Las unidades de uso con una estancia como mínimo deben disponer en cada piso de **dos recorridos de evacuación independientes hacia el exterior**. Para las unidades de uso que no están en la planta baja, el primer recorrido de evacuación debe conducir a una **escalera protegida** o, según el caso, **en una caja de escalera (necesaria)**, el segundo recorrido de evacuación se realiza por otra escalera protegida o por los bomberos mediante dispositivos de rescate en un lugar que sea accesible → ❸. Desde cada punto de una estancia debe ser accesible una salida a una escalera protegida o una salida al exterior en una distancia máxima de 35 m → ❹.
No es necesario un segundo recorrido de evacuación si la misma se realiza por escaleras especialmente protegidas→ ❺, a las que ni el fuego ni el humo pueden penetrar gracias a la distribución de balcones de evacuación o esclusas con ventilación forzada → pág. 258.
El material y la construcción de las escaleras protegidas, así como la ubicación, construcción, superficies y huecos de las cajas de escaleras protegidas tienen exigencias especiales contra incendios.
Para pasillos protegidos situados en recorridos de evacuación que conducen desde estancias o unidades de uso hasta las cajas de escalera protegidas o al exterior, rigen también exigencias especiales contra incendios.

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

CLASIFICACIÓN

Nota: Los siguientes párrafos describen la situación legal en Alemania. Es indispensable consultar la normativa vigente de cada país.

Según las exigencias, la MBO distingue la capacidad de resistencia al fuego de los elementos constructivos en: resistentes al fuego, altamente retardantes y retardantes al fuego con materiales ignífugos en todos sus componentes o solo en los estructurales, además de elementos de construcción especiales (con exigencias especiales para la protección contra incendios). También clasifica los correspondientes materiales de construcción según su comportamiento frente al fuego en materiales no combustibles, sin contribución en grado menor al fuego, con contribución media al fuego y con contribución alta al fuego

Los elementos constructivos y los materiales de construcción se clasifican según su comportamiento frente al fuego. Para la clasificación, en las ordenanzas locales se distingue entre productos **regulados** y **no regulados**. Los productos regulados principalmente están acordes con la normativa y otras reglas presentes en la Lista de normas técnicas para la construcción del Instituto Alemán de la Construcción (DiBt).

La utilización de productos para la construcción no regulados debe ser comprobada en el marco de un certificado de homologación (AbP), un documento de idoneidad técnica (AbZ) o una aprobación como caso especial (ZiE).

La **clasificación** se hace según los principios de **DIN 4102** o **DIN EN 13501**. Las normas DIN 4102 y DIN EN 13501 → ❹ clasifican los materiales de construcción en categorías de materiales de construcción y productos y elementos constructivos en categorías de resistencia contra el fuego → ❶ - ❷.

Las clasificaciones de materiales según DIN 4102 o DIN EN 13501 para la comprobación del comportamiento contra el fuego pueden aplicarse alternativamente.

Duración de resistencia contra el fuego en minutos DIN 4102/DIN EN 13501-2	30	60	90	120	180
Elementos	RF 30/ REI 30	-RF 60/ REI 60	RF 90/ REI 90	RF 120/ REI 120	RF 160/ REI 160
Muros exteriores no estructurales	EF 30/ E 30[1] EI 30[2]	EF 60/ E 60[1] EI 60[2]	EF 90/ E 90[1] EI 90[2]	EF 120/ E 120[1] EI 120[2]	EF 180/ E 180[1] EI 180[2]
Protección contra incendio de cerramientos	RF 30/ EI² 30 C	RF 60/ EI² 60 C	RF 90/ EI² 90 C	RF 120/ EI² 120 C	RF 180/ EI² 180 C
Vidrios RF	RF 30/ EI 30	RF 60/ EI 60	RF 90/ EI 90	RF 120/ EI 120	RF 180/ EI 180
Vidrios PF	PF 30/ E 30	PF 60/ E 60	PF 90/ E 90	PF 120/ E 120	PF 180/ E 180

[1] del interior hacia el exterior
[2] del exterior hacia el interior

❶ Clasificación de resistencia contra el fuego de elementos de construcción según DIN EN 13501-2 y DIN 4102-2, 3 ,5: 1977-09

Exigencias constructivas	**Cerramientos cortafuegos**		**Puertas corta-humos**	**Dispositivo intumescente de obturación para cableados**	**Dispositivo intumescente de obturación para paso de tubos**
Retardante del fuego	EI² 30 C	RF 60/ REI 60	RF 90/ REI 90	RF 120/ REI 120	RF 160/ REI 160
Altamente retardante del fuego	RF 30/ E 30[1] EI 30[2]	RF 60/ E 60[1] EI 60[2]	RF 90/ E 90[1] EI 90[2]	RF 120/ E 120[1] EI 120[2]	RF 180/ E 180[1] EI 180[2]
Resistente al fuego	RF 30/ EI² 30 C	RF 60/ EI² 60 C	RF 90/ EI² 90 C	RF 120/ EI² 120 C	RF 180/ EI² 180 C
Resistencia al fuego 120 min	RF 30/ EI 30	RF 60/ EI 60	RF 90/ EI 90	RF 120/ EI 120	RF 180/ EI 180
Estanco contra humo y con cierre automático	PF 30/ E 30	PF 60/ E 60	PF 90/ E 90	PF 120/ E 120	PF 180/ E 180

❷ Clasificación de resistencia contra incendios de elementos constructivos especiales según DIN EN 13501-2, 3, 4 y su disposición con las exigencias constructivas (selección)

	1	2	3
	Denominación según la autoridad de homologación	**Denominación según DIN 4102**	**Abreviatura**
1	Retardante al fuego	Clase de resistencia al fuego RF 30	**RF 30-B[2]**
2	Retardante al fuego y en los materiales no combustibles	Clase de resistencia al fuego RF 30 y en los componentes principales[1] de materiales no combustibles	**RF 30-AB[2]**
3	Retardante al fuego y de materiales no combustibles	Clase de resistencia al fuego RF 30 y de materiales no combustibles	**RF 30-A[2]**
4	Retardante al fuego y en las partes estructurales de materiales no combustibles	Clase de resistencia al fuego RF 60 y en los componentes principales de materiales no combustibles	**RF 60-AB**
5	Altamente retardante del fuego y de materiales no combustibles	Clase de resistencia al fuego RF 60 y de materiales no combustibles	**RF 60-A**
6	Resistente al fuego (por ej. en muros); resistente al fuego y en las partes estructurales de materiales no combustibles	Clase de resistencia al fuego RF 90 y en los componentes principales de materiales no combustibles	**RF 90-AB[2]**
7	Resistente al fuego y de materiales no combustibles	Clase de resistencia al fuego RF 90 y de materiales no combustibles	**RF 90-A[2]**

[1] A los **componentes principales** pertenecen:

a) Todos los elementos estructurales o de arriostramiento, en el caso de elementos constructivos no estructurales, también las construcciones que influyan en la seguridad estructural (p. ej., construcciones porticadas para muros no estructurales),

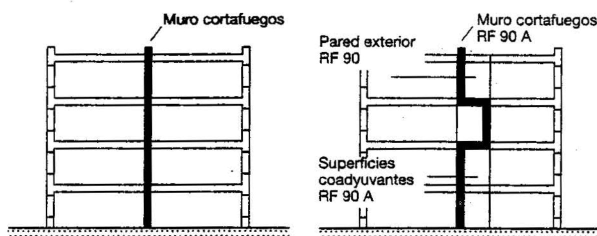
b) En elementos de cerramiento, una capa continua en el plano del elemento que tiene que resistir el ensayo según esta norma sin destruirse.
Para falsos techos, esta capa debe tener un grosor mínimo total de 50 mm; se admiten cavidades en ella.
Para la evaluación del comportamiento frente a incendios de los materiales de construcción pueden desatenderse capas de pintura o recubrimientos de hasta 0,5 mm de grosor.

[2] Para la denominación completa de elementos constructivos según DIN 4102 se indica a continuación de la **clase de resistencia al fuego la clasificación de los materiales utilizados.**

❸ Comparación de denominaciones de resistencia al fuego desde la MBO y DIN 4102 según el Decreto ejemplar de entrada en vigor de la DIN 4102 [08]

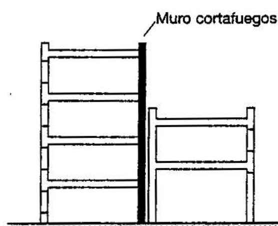
Exigencias constructivas según MBO	**Exigencias adicionales**		**DIN EN 13501-1**	**DIN 4102-1**
	Sin humo	Sin desintegr. con caída de partes o gotas inflamadas		
No combustible	x	x	A1	A1 A2
mínimo	x	x	A2 s1 d0	
Sin contribución en grado menor al fuego	x	x	B,C-s1 d0	B1
		x	A2 -s1 d0 A2,B,C-s3 d0	
	x		A2,B,C-s1 d1 A2,B,C-s1d2	
mínimo	x	x	A2,B,C-s3 d2	
Con contribución media al fuego		x	D-s1 d0 D-s2 d0 D-s3 d0 E	B2
			D-s1 d2 D-s2 d2 D-s3 d2	
mínimo			E -d2	
Con contribución			F	B3

❹ Clasificación del comportamiento contra incendios de materiales de construcción según la Ordenanza modelo (MBO), DIN EN 13501-1:2007-05 y DIN 4102-1:1998-5 [09]

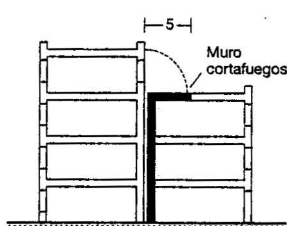


❶ Cortafuegos de plano continuo

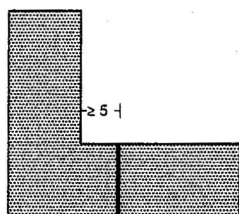
❷ Cortafuegos desplazado



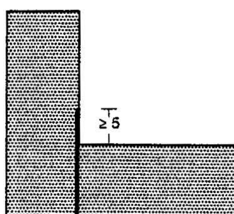
❸ Muro cortafuegos; debe alcanzar la envolvente de la cubierta del edificio de mayor altura



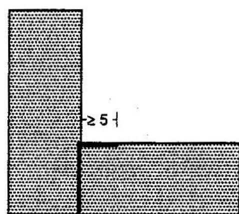
❹ Si el muro está en el edificio de menor altura, la parte de la cubierta que limita con él debe presentar las características de un cortafuegos



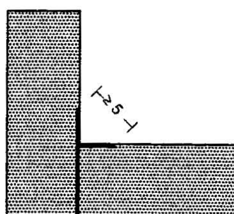
Muro cortafuegos; separación ≥ 5 m del rincón



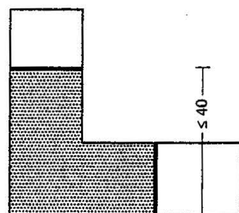
Muro cortafuegos alineado con el rincón; prolongación del mismo ≥ 5 m en una de las fachadas



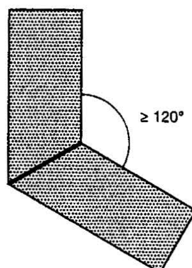
Muro cortafuegos alineado con el rincón; prolongación del mismo ≥ 5 m en una de las fachadas



Muro cortafuegos prolongado en las dos fachadas



Muro cortafuegos separado ≤ 40 m del borde exterior del edificio

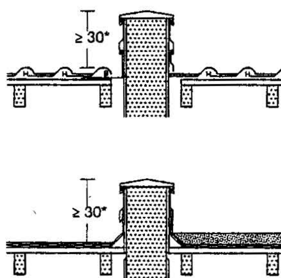


Cuando el ángulo que forman dos edificios es mayor de 120°, no es necesario prolongar el cortafuegos

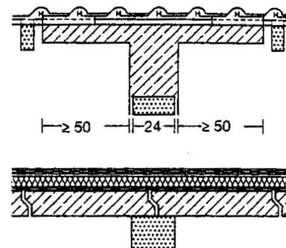
❺ Muros cortafuegos en esquina

Según la MBO, los **muros cortafuegos** se construyen principalmente como remate de edificios, cuando el muro de cerramiento está levantado a menos de 2,5 m del lindero vecino, entre edificios pareados sobre el mismo solar, así como para la compartimentación de edificios más grandes en sectores de incendio de no más de **40 m.**

Los muros cortafuegos deben construirse con materiales no combustibles y presentar una resistencia al fuego de al menos 90 min **(EF90A)**. Los cortafuegos deben partir de la cimentación, elevarse en vertical y sobresalir un **mínimo de 30 cm sobre la cubierta**, cuando el elemento de cubrición sea rígido → ❻. En edificios de hasta tres plantas es suficiente si los muros llegan hasta la parte inferior de la cubierta. El cortafuegos debe cumplir las exigencias de la norma, con independencia del revestimiento. Las aberturas en muros cortafuegos por lo general no están permitidas. Pueden autorizarse en muros cortafuegos en el interior del edificio, en cuyo caso se han de disponer cerramientos resistentes al fuego con dispositivos de cierre automático **(Puerta o portón RF 90)** → pág. 521 ❷.



En edificios con más de tres plantas completas, prolongar el cortafuegos al menos 30 cm sobre la cubierta



Forjado de la cubierta de hormigón in situ o elementos prefabricados de hormigón EF 90 = forjado cortafuegos. El muro cortafuegos puede estar entonces cubierto con materiales combustibles

❻ Cierre cortafuegos superior en edificios con cubiertas rígidas

Materiales para muros cortafuegos	Grosor mínimo en mm	
	Monocapa	Bicapa
Muro de fábrica		
Según DIN 1053, apartado 1, trabas realizadas con mortero de grupos II, IIa o III cuando se emplean		
Bloques con grado de densidad ≥ 1,4	240	2 × 175
Bloques con grado de densidad ≥ 1	300	2 × 175
Piedra caliza según DIN 106, 1 A1 y 2 de los bloques con grado de densidad ≥ 1,8	240	2 × 175
Elementos cerámicos prefabricados		
Según DIN 1053, apartado 4 con el uso de paneles ligeros (con muchos huecos) y ladrillos para fugas totalmente estancas	165	2 × 165
Paneles compuestos con dos capas de ladrillo	240	2 × 165
Hormigón normal		
Hormigón sin armar según DIN 1045	200	2 × 180
Hormigón armado según DIN 1045 en paneles no portantes colocados en horizontal o vertical	120	2 × 100
En paneles portantes u hormigón in situ	140*)	2 × 120*)
Hormigón ligero		
Con burbujas irregulares según DIN 4232 de densidad categoría ≥ 1,4	250	2 × 200
densidad categoría ≥ 0,8	300	2 × 200
Hormigón celular		
Hormigón expandido según DIN 4223 E de la categoría de resistencia GB 4,4 con un densidad ≥ 600 kg/m² en forma de:		
paneles no portantes en horizontal o vertical	175	2 × 175
paneles portantes en horizontal o vertical	200*)	2 × 200*)

*) Siempre que no sean necesarios grosores mayores por estar sometida la pared a grandes esfuerzos (ver DIN 4102, apartado 4, tabla 37 o tabla 40)

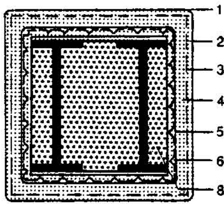
❼ Grosores mínimos de los materiales para muros cortafuegos

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
Generalidades
Clasificación
Muros cortafuegos
Elementos de construcción
Acristalamiento resistente al fuego
Puertas cortafuegos
Redes de abastecimiento de agua contra incendios
Aireadores extractores de humos y calor mecánicos
Sprinklers
Otras instalaciones de extinción

MBO
DIN 4102
DIN EN 13501

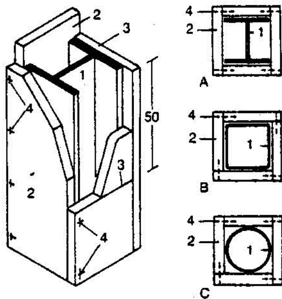
Técnicas de la construcción

ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN



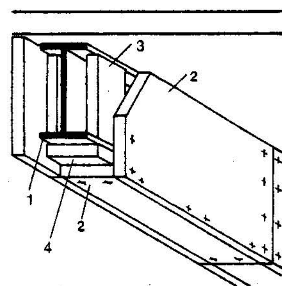
1 Protección de los cantos
2 ≥ 5 mm de revoco de cal o mixto de cal y cemento, grupo I o II según DIN 18550
3 Tela metálica
4 ≥ 35 mm de revoco de cemento y vermiculita
5 Alambre de unión
6 Plancha metálica estirada y nervada
7 Plancha metálica estirada y redondos de acero ≥ 5 mm como separadores
8 Núcleo hormigonado, o rellenado con obra de fábrica, hasta 1,5 mm por encima del suelo como mínimo

❶ Pilar doble F 90



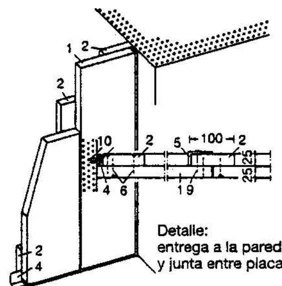
1 Pilar de acero
2 Placa de protección contra el fuego, p. ej., Promatect®
3 Junta traslapada
4 Grapas de alambre o tornillos autoperforantes
h Altura del perfil
b Anchura del perfil
D Grosor del revestimiento contra incendios

❷ Pilares de acero con placas contra incendios (RF 30 A/RF 180 A))

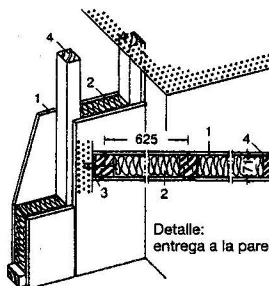


1 Viga de acero
2 Placa de protección contra el fuego, p. ej., Promatect®)
3 Taco
4 Apoyo de junta
h Altura del perfil
b Ancho del perfil

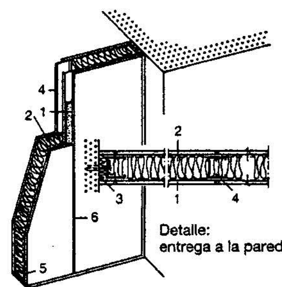
❸ Revestimiento contra incendios para jácena de acero F30-A/F180-A



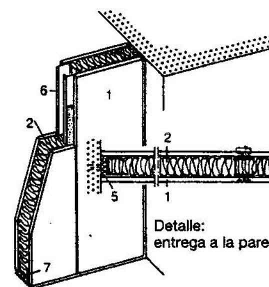
❹ Tabique ligero de placas de fibras de silicatos F 30-A)



❺ Tabique con montantes de madera F 30-B



❻ Elementos de pared exterior con aislamiento térmico T 90



❼ Tabique estable de placas de fibras de silicatos con montantes de perfiles C, F 90-A

Nota: Los siguientes párrafos describen la situación legal en Alemania. Es indispensable consultar la normativa vigente de cada país.

Muros, pilares

La MBO fija exigencias para muros y pilares: los muros estructurales y de **arriostramiento** y los **pilares** deben ser ejecutados como **resistentes al fuego** en edificios de clase 5 (MBO); para edificios de clase 4, (MBO) altamente retardantes al fuego; y para las clases 1 y 2 (MBO), **retardantes al fuego**. Esto no es válido para plantas de desvanes sin recintos habitables ni balcones. En el sótano se ejecutarán **resistentes al fuego**, en edificios de la clase 1 y 2 (MBO), **retardantes al fuego**.

Los muros exteriores no estructurales y los elementos no estructurales encastrados en muros estructurales deben ejecutarse (a excepción de los de la clase 1-3) con materiales resistentes al fuego (o como mínimo retardantes al fuego). Los revestimientos exteriores de envolventes (incluyendo el aislamiento y la estructura auxiliar) deben fabricarse con materiales difícilmente inflamables. En edificios de la clasificación 1 y 2 (MBO) se aceptan los revestimientos exteriores de materiales con contribución media al fuego, si en caso de una propagación del incendio pueden ser apagados de un modo efectivo.

Materiales	Clase	Certificado	Caracterización
Arena, grava, limos, arcilla, piedras naturales, minerales, tierra, escorias de lava, pómez natura	A 1	cl. B.	no
Fibras minerales sin aditivos orgánicos	A 1	cl. B.	no
Placas, mantas, fieltros y láminas de fibras minerales	A 1/2	garantía	sí
Cemento, cal y yeso anhidro, escorias y pómez de altos hornos, arcilla expandida, pizarra expandida, perlita, vermiculita	A 1	cl. B.	no
Mortero, hormigón, hormigón armado y pretensado, piedras y placas de elementos minerales	A 1	cl. B.	no
Ladrillo, piedra natural, placas cerámicas	A 1	cl. B.	no
Vidrio, vidrio celular	A 1	cl. B.	no
Placas, mantas y fieltros de fibra de vidrio	A 1/2	garantía	sí
Plexiglás	B 1	garantía	sí
Placas de yeso para paredes y techos	A 1	cl. B.	no
Tableros chapados y aglomerados	A 1	garantía	sí
Placas revestidas o sin revestir		B 1	garantía sí
Cartones para cubiertas y láminas de impermeabilización	B 2	cl. B.	sí

La tabla contiene:
- Materiales clasificados según DIN 4102, que sin otra certificación pueden ser clasificados en las clases de materiales indicadas (cl. B.)
- Materiales que por motivos de normativas correspondientes deben ser clasificados en clases de materiales definidas. La clasificación normalmente se lleva a cabo mediante un certificado de homologación.
- Materiales de la clase A y B1, a los que ya les fue otorgado el marcaje de homologación con anterioridad, este se otorga normalmente al fabricante.

❽ Combustibilidad de materiales de construcción (selección)

Particiones

La durabilidad de resistencia al fuego de particiones entre unidades de uso (o unidades de uso y salas con otros usos) debe corresponder a la calidad de los elementos constructivos estructurales de la planta. Estos deben arrancar y entregarse a la losa estructural (en azoteas deben llevarse hasta la cubierta). Los huecos están limitados al tamaño y número indispensables para el uso, y, como mínimo, deben tener cerramientos retardantes al fuego, estancos y con cierre automático.

Construcción

Los materiales de construcción clasificados para la ejecución de muros macizos estructurales o no estructurales están representados en la tabla → ❽. Los pilares y vigas de acero reciben por lo general revestimientos de caja con placas resistentes al fuego, cuya clasificación contra incendios resulta a partir de su grosor → ❶ – ❸. Además, existen pinturas intumescentes (hasta F90) y construcciones compuestas mediante hormigonado (según sea el caso, con armadura adicional [F60]).

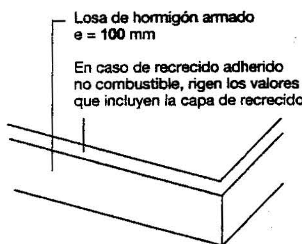
Los tabiques no estructurales se fabrican como construcciones con paramentos en diversas calidades → ❹ – ❻.

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

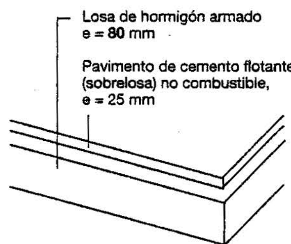
Generalidades
Clasificación
Muros cortafuegos
Elementos de construcción
Acristalamiento resistente al fuego
Puertas cortafuegos
Redes de abastecimiento de agua contra incendios
Aireadores extractores de humos y calor mecánicos
Sprinklers
Otras instalaciones de extinción

MBO
DIN 4102
DIN EN 13501

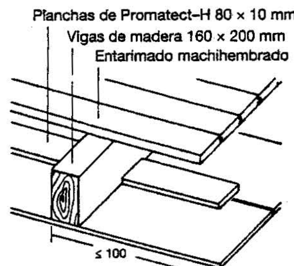
Técnicas de la construcción



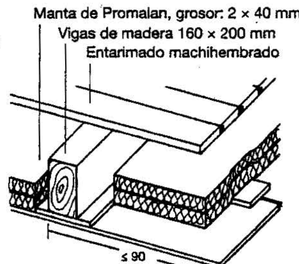
❶ Forjado de hormigón armado F 90-A



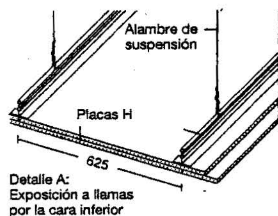
❷ Forjado de hormigón armado F 90-A con pavimento de cemento flotante (sobrelosa)

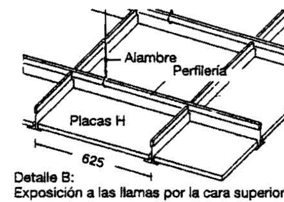


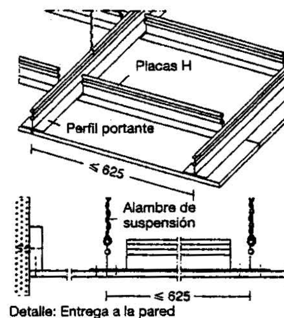
❸ Forjado de vigas de madera F 30-B

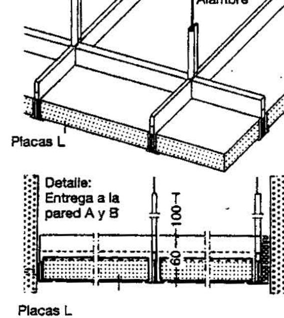


❹ Forjado de vigas de madera F 90-B (con aislamiento térmico)

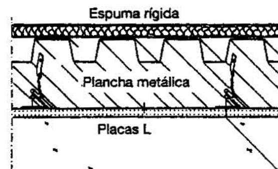






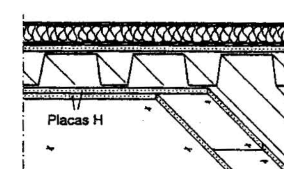


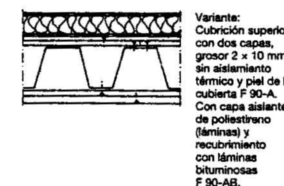
❺ Techo suspendido de placas de fibra de silicato F 90-A (representación de principio)





❻ Cubierta de plancha metálica trapezoidal (falso techo de placas de fibras de silicato) F 30-AB





❼ Cubierta de plancha metálica trapezoidal F 90-A, F 90-AB

Nota: Los siguientes párrafos describen la situación legal en Alemania. Es indispensable consultar la normativa vigente de cada país.

Forjados

La MBO contiene exigencias contra incendios para forjados, forjados de sótanos y aberturas en forjados: los **forjados** deben ser fabricados **resistentes al fuego** y, como mínimo, retardantes del fuego; los **forjados de sótanos** tienen que ser **resistentes al fuego**. No están permitidas las **aberturas** en forjados para los que se ha determinado una resistencia al fuego de duración definida. Si existen aberturas, deben ser ejecutadas con cierres resistentes al fuego correspondientes al tipo de forjado y a su resistencia al fuego.
Las excepciones son válidas para edificios de clase 1 y 2 (MBO), para techos de desvanes, balcones y forjados dentro de viviendas.

Construcción

Con relación a la protección contra incendios, pueden diferenciarse técnicamente las siguientes construcciones de forjados:
Forjados macizos (p. ej., losas de hormigón armado → ❶, forjados nervados con piezas de relleno) tienen bajo ciertas condiciones suficiente resistencia al fuego **sin protección adicional**. Muchas variaciones de ejecución están clasificadas en la norma DIN 4102 → ❽.
Forjados de vigas de madera, acero o chapa nervada deben ser protegidos contra el fuego por **debajo** (falso techo → ❺) y por **arriba** (revestimiento, recrecido o pavimento de cemento). Deben también considerarse las uniones a muros, eventuales construcciones en forjados, etc. La protección contra incendios lograda debe comprobarse con un certificado → pág. 521, para lo que debe evaluarse **toda la construcción.** También es frecuente la construcción de falsos techos autoportantes con su propio tipo de resistencia al fuego (p. ej., para la protección de las instalaciones en la cámara entre el falso techo y el forjado).

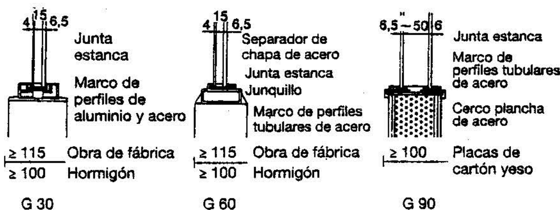
Material de construcción y construcción	Grosor mínimo de fábrica (en mm):				
	F 30-A	F 60-A	F 90-A	F 120-A	F 180-A
Losas de hormigón armado macizas sin revestimiento inferior	60	80	100	120	150
Como arriba, pero con pavimento de cemento flotante (sobrelosa)	60 (25)[1)]	60 (25)[1)]	60 (25)[1)]	60 (30)[1)]	80 (40)[1)]
Forjado nervado con piezas de relleno	115	140	165	240	290
Como arriba, pero con pavimento de cemento flotante (sobrelosa)[2)]	90	90	115	140	165

[1)] Grosor de pavimento de cemento (sobrelosa)
[2)] Pavimento de cemento (sobrelosa) no combustible

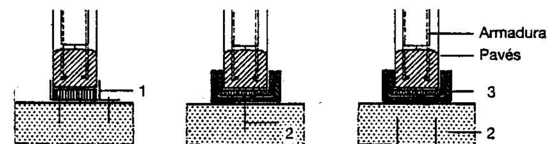
❽ Clasificación de construcción de forjados según DIN 4102 (selección)

Cubiertas

La MBO contiene además exigencias de protección contra incendios para cubiertas:
La piel de la cubierta debe concebirse fundamentalmente como "cubrición dura", y será resistente al **fuego volátil y calor irradiado.** **Aleros, cornisas, buhardillas, lucernarios, cubiertas transparentes,** etc., deben mantener distancias mínimas con los muros cortafuegos.
Para las cubiertas de edificios pareados (p. ej., **casas pareadas**) rigen exigencias adicionales contra incendios. Las cubiertas de **ampliaciones** que se entregan a muros exteriores con aberturas o sin resistencia contra el fuego —incluidos sus elementos estructurales y rigidizadores— deben disponer de una distancia de seguridad (5 m) y una capacidad de resistencia contra el fuego de las construcciones anexadas.
Para edificios de las clases 1-3 (MBO), así como para superficies parciales de cubiertas, son posibles excepciones a estas exigencias.



❶ Acristalamientos de la clase de resistencia contra el fuego PF



1 Angular de acero 50 x 55 mm; longitud ≥ 100 mm, mínimo cuatro unidades por paño de vidrio
2 Tacos aprobados para protección contra incendios y tornillos de acero M10
3 Pletina de acero para la fijación del muro de bloques de vidrio (soldado)

❷ Detalles de construcción de acristalamiento parallamas con bloques de vidrio

Duración de resistencia contra el fuego en minutos DIN 4102/ DIN EN 13501-2	30	60	90	120	180
Vidrios RF	RF 30/ EI 30	RF 60/ EI 60	RF 90/ EI 90	RF 120/ EI 120	RF 180/ EI 180
Vidrios PF	PF 30/ E 30	PF 60/ E 60	PF 90/ E 90	PF 120/ E 120	PF 180/ E 180

❸ Clasificación de resistencia contra incendios de elementos de construcción según DIN EN 13501-2 y DIN 4102-2, 3 ,5: 1977-09

Nota: Los siguientes párrafos describen la situación legal en Alemania. Es indispensable consultar la normativa vigente de cada país.

Acristalamientos PF → ❶

Como acristalamientos de la clase PF (parallamas) son válidos los elementos constructivos transparentes en posición vertical, inclinada u horizontal que, por su resistencia al fuego, evitan la propagación del fuego y del humo, pero no la transmisión de radiación de calor.

Construcción

Para la producción de acristalamientos PF pueden considerarse las siguientes construcciones:

- Pavés según DIN 18175.
- Vidrio armado con malla soldada puntualmente.
- Combinaciones elaboradas de vidrio templado en compuestos de vidrio laminado.
- Vidrio de borosilicato pretensado como, p. ej., Pyran.

Aplicación

Las normativas vigentes solo permiten la instalación de los vidrios PF en lugares que no presenten mayores exigencias de protección contra incendios.

Un **campo de aplicación típico** para vidrios parallamas es la instalación en huecos de luz de muros de pasillos, que constituyen los cerramientos laterales del recorrido de evacuación y, por tanto, tienen que ser retardantes del fuego (F 30). La cota inferior del vidrio tiene que situarse como mínimo a **1,8 m** sobre el suelo terminado, para que el pasillo pueda utilizarse en caso de incendio a la **sombra de la radiación.**

Por ello, los acristalamientos PF se utilizan en fachadas de edificios en altura, que tienen sectores de incendio distribuidos horizontalmente, para evitar una propagación vertical de las llamas de planta a planta → pág. 258. No obstante, en edificios con esquinas interiores solo puede evitarse la propagación del incendio en el plano de ventanas instalando vidrios RF (cortafuegos).

Los acristalamientos contra incendios son elementos translúcidos compuestos por vidrios especiales (tamaños de vidrios de aprox. 1,2 x 2,4 m) en carpinterías térmicamente separadas y que correspondiente a su clasificación pueden resistir al fuego, colocados en elementos constructivos firmes, 30, 60, 90 o 120 min.

Los acristalamientos contra incendios son **elementos constructivos** que requieren obligatoriamente autorización. La autorización la consiguen los fabricantes ateniéndose a los certificados de homologación de construcciones que forman parte de un sistema constructivo→ pág. 521.

Muchos acristalamientos contra incendios no son resistentes a los rayos UV, lo que se debe tener en cuenta al utilizarlos en el exterior.

Los acristalamientos contra incendios están clasificados en **clases de resistencia frente al fuego** según DIN EN 13502-2 y DIN 4102-13 → ❸.

Acristalamientos RF

Se denominan acristalamientos contra incendios de la clase RF (cortafuegos) a los elementos constructivos transparentes en posición vertical, inclinada u horizontal, que, según su resistencia al fuego, evitan la **propagación del fuego y del humo, al igual que la transmisión de radiación de calor**. Durante el tiempo completo de resistencia al fuego debe mantenerse un aislamiento térmico, esto significa que las superficies del acristalamiento RF al lado opuesto del fuego no se deben calentar más de un valor indicado (140 K). En una prueba de resistencia debe comprobarse y garantizarse, además, la seguridad estructural bajo peso propio. Los acristalamientos RF se vuelven opacos en caso de incendio y técnicamente se comportan como muros ante un incendio.

Construcción

Para la producción de acristalamientos RF pueden considerarse los siguientes:

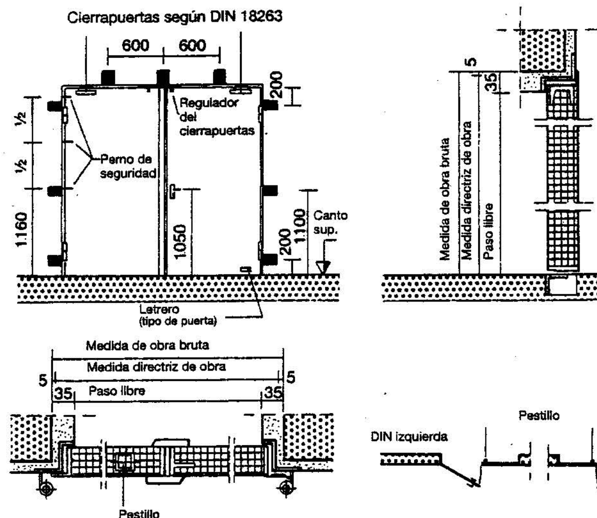
- Vidrios templados en forma constructiva de vidrios aislantes, en los cuales el espacio intermedio se rellena con una sustancia orgánica acuosa (gel).
- Acristalamientos de múltiples hojas, con 3 o 4 capas de vidrio flotado, que entre capa y capa tienen un compuesto inorgánico (p. ej., silicato de sodio) con un efecto retardante al fuego.

La colocación se realiza según el documento de idoneidad técnica en tabiquería seca, obra de fábrica, hormigón armado, etc.

En caso de incendio, la hoja de vidrio orientada al fuego revienta y el silicato de sodio comienza a espumar o, según el caso, el gel puede compensar el calor del incendio mediante hidratación (el gel en sí mismo está compuesto por un polímero con una solución salina inorgánica. En caso de incendio se forma una capa aislante térmica, y el vapor de agua consume considerables cantidades de energía. Este procedimiento se repite en cada capa hasta que el gel de la cámara del acristalamiento se haya consumido por completo). El vidrio se colorea y se vuelve opaco debido a la combustión de la superficie ignífuga.

Aplicación

Principalmente se utilizan acristalamientos RF en interiores, pero se están produciendo avances para su uso también en exteriores. Puesto que en el lado opuesto al fuego, los vidrios mantienen durante el tiempo correspondiente a su clasificación temperaturas más bajas que el punto de ignición, además de los perfiles de acero, para la carpintería pueden utilizarse maderas duras. En las clasificaciones contra incendios de puertas T, para los acristalamientos rigen las mismas exigencias que para la clase de resistencia al fuego RF.



❶ Ejemplo de puerta P 30-2

Resistencia al fuego en min DIN 4102/ DIN EN 13501-2	30	60	90	120	180
Puertas cortafuegos	T 30/ EI[2] 30 C	T 60/ EI[2] 60 C	T 90/ EI[2] 90 C	T 120/ EI[2] 120 C	T 180/ EI[2] 180 C

[1] en sentido del interior al exterior
[2] en sentido del exterior al interior

❷ Clasificaciones de resistencia al fuego de puertas cortafuegos según DIN EN 13501-2: 2008-01 y DIN 4102-2, 5: 1977-09

Denominación	Anchura (medida directriz de obra) mm	Altura (medida directriz de obra) mm
Puerta de registro T30-1	625	625-1.750
Puerta de acero T30-1 según DIN 18082	625-1.250	1.750-2.250
Puerta de carpintería metálica T30-1, acristalada	625-1.250	1.750-2.250
Puerta de carpintería metálica T30-2, acristalada	1.250-2.500	1.750-2.250
Puerta de carpintería metálica T30-1 con tarjas superiores y laterales con acristalamiento fijo	ilimitado	≤ 4.000
Puerta de vidrio T30-1	625-1.250	1.750-2.250
Puerta de vidrio T30-2	1.250-2.500	1.750-2.250
Puerta de materiales derivados de la madera T60/T90-1, incluidas puertas con mirilla acristalada	625-1.250	1.750-2.125
Puerta de materiales derivados de la madera T60/T90-1 (véase arriba), con tarja superior	625-1.250	1.750-3.000
Portón enrollable T90/T120	2.000-10.000	1.800-4.000
Portón corredero de acero T30/T60/ T90	2.000-4.500	2.000-3.500

Se indican las medidas autorizadas respectivamente más pequeñas y más grandes (medidas directrices de obra) en mm
Puerta de una hoja resistente al fuego T30-1
Puerta de dos hojas resistente al fuego T30-2
Puerta de una hoja altamente resistente al fuego T60-1
Puerta de dos hojas altamente resistente al fuego T60-2
Puerta de una hoja cortafuegos T90-1
Puerta de una hoja cortafuegos T90-2

❸ Dimensiones para cierres cortafuegos homologados (selección)

Nota: Los siguientes párrafos describen la situación legal en Alemania. Es indispensable consultar la normativa vigente de cada país.

En paredes o forjados divisorios con exigencias de resistencia contra el fuego, los cierres cortafuegos tienen la función de resistir al fuego según su clasificación → ❸.

Utilización (selección)

Si las autoridades competentes permiten la construcción de huecos en **muros cortafuegos** en el interior de edificios, estos deben estar equipados con cierres cortafuegos estancos y automáticos (p. ej., **puerta T90**). Los huecos en **particiones resistentes al fuego** deben estar equipados al menos con cierres resistentes al fuego (p. ej., puerta T30).

Sótanos, desvanes no habitables, talleres, tiendas, etc., tienen que tener acceso desde la caja de escaleras a través de puertas de cierre automático estancas al humo y resistentes al fuego (p. ej., puerta T30).

Las puertas **entre cajas de escalera protegidas y pasillos protegidos** al igual que para la **división de pasillos protegidos de más de 30 m de longitud** tienen que ejecutarse con cierre automático y estancas al humo → pág. 520.

Componentes

Las puertas cortafuegos son una **unidad** compuesta de: **hoja** u hojas, **acristalamiento** (si se da el caso), cerco correspondiente y sus anclajes, **bisagras**, dispositivos de cierre automático en forma de **bisagras con muelles o autocierre, dispositivos de coordinación de cierre** en puertas de dos hojas, los dispositivos especiales en puertas correderas, basculantes o enrollables, **dispositivos de retención electromagnética** con los componentes para su liberación para puertas que permanecen habitualmente en posición abierta por razones de uso y que, por tanto, solo se cierran en caso de incendio al igual que mecanismos de automatización eléctricos y de otro tipo.

Diseños de ejecución

Cierres resistentes al fuego pueden ejecutarse como **registros** de una hoja, dimensiones de hasta 62,5 × 175 cm, **puertas batientes o correderas** de una o dos hojas (también de carpintería metálica con, en parte, acristalamiento de gran formato, construcciones de madera o materiales derivados de la madera y puertas de vidrio especial) en dimensiones de hasta 250 × 250 cm o en forma de **portones correderos, basculantes y enrollables** con dimensiones mayores a 250 × 250 cm→ ❸.

Certificado de la evaluación técnica favorable de la aptitud

Puertas de acero que cumplan las prescripciones de la norma **DIN 18082-1 o 18082-3** se consideran **puertas T30** según DIN 4102 sin comprobaciones especiales → ❶.

Para todas las demás puertas resistentes al fuego es necesario un certificado de evaluación técnica de la aptitud dentro del marco de un ensayo efectuado por la autoridad técnica para la homologación de productos de construcción y una clasificación según la norma DIN4102 o DIN EN 13501→ pág. 521.

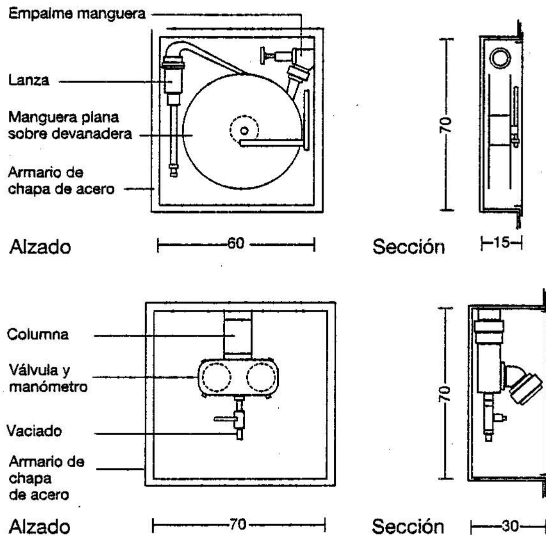
Ya que existe una interacción entre pared y cierre, se ensayarán siempre las puertas resistentes contra el fuego en conjunto, con la construcción de pared respectiva para la cual deba homologarse.

Los detalles en cuanto a los certificados de la evaluación técnica de aptitud necesarios están comprendidos en la **Lista de normas técnicas para la construcción** del Instituto Alemán de la Construcción (DiBt)→ pág. 521.

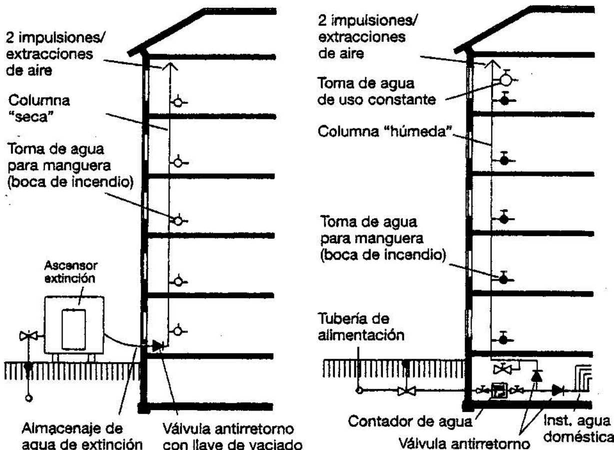
Puertas con características de control de humos

En determinadas situaciones, las autoridades de control de obras exigirán puertas con características de control de humos (DIN 18095), que, montadas y en posición cerrada, obstaculizan el paso de humo (véase arriba). Las puertas de control de humos requieren también un certificado de evaluación técnica de aptitud (véase arriba). Las puertas resistentes al fuego generalmente son también puertas de control de humos según la norma DIN 18095.

REDES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIOS

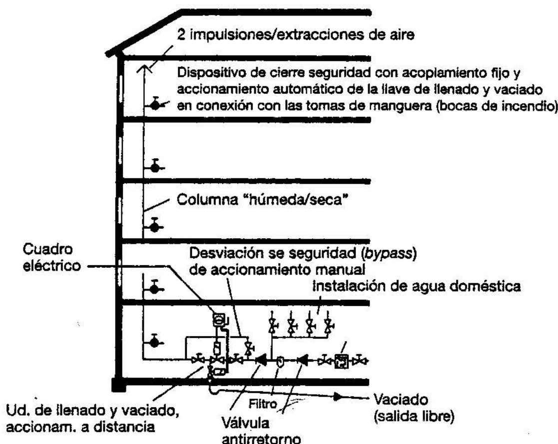


❶ Válvula y manómetro para la alimentación de columnas secas con agua de extinción



❸ Columna "seca"

❹ Columna "húmeda"



❺ Columna "húmeda/seca". Ejemplo para DN 50 hasta 150, PN 16

Nota: Los siguientes párrafos describen la situación legal en Alemania. Es indispensable consultar la normativa vigente de cada país.

Las **redes de abastecimiento de agua contra incendios** son tuberías fijas montadas en edificios con racores para mangueras contra incendios en las bocas de salida. Sirven para conducir la cantidad suficiente de agua a las plantas y a los respectivos sectores de incendio con el fin de poder extinguir incendios en el edificio. Las redes de abastecimiento de agua contra incendios están prescritas por las autoridades de control de obras en algunas normativas especiales de construcción y también pueden ser exigidas para edificios normales.

Sistemas
Según el modo de alimentación con agua se distinguen los siguientes sistemas:
Las instalaciones fijas con columnas **secas** → ❸ son redes de abastecimiento de agua contra incendios que los bomberos alimentan con agua en caso de necesidad mediante bombas de agua. El agua se saca generalmente de la red pública de suministro de agua potable mediante bocas de riego o de hidrantes exteriores.
Las columnas secas no están directamente conectadas a la red de suministro de agua potable. Deben tener un diámetro nominal de 80 mm como mínimo, poder drenarse y disponerse en los extremos de las tuberías de dispositivos de ventilación automáticos.
Las instalaciones fijas con columnas **húmedas** → ❹ son redes de abastecimiento de agua contra incendios que se encuentran continuamente bajo presión con agua para incendios y, por tanto, **están inmediatamente listas para su uso.** En las bocas de salida de cada planta cuentan con **bocas de incendio equipadas** → ❶ con mangueras empalmadas listas para su uso, insertadas en hornacinas, armarios empotrados o en la pared.
Está terminantemente prohibido dejar agua estancada en las redes de abastecimiento de agua contra incendios
Por ello, las columnas húmedas generalmente están abastecidas por una acometida común en un **sistema combinado** con la red de agua potable del edificio, que debe estar dimensionada de modo que el consumo de agua potable no pueda poner en peligro la protección contra incendios en ningún momento. Por ello, según las circunstancias, pueden ser necesarias varias acometidas en proyectos de mayor dimensión.
En sistemas combinados se requiere la **renovación continua del agua** en la red de abastecimiento de agua contra incendios para garantizar la calidad del agua potable en la instalación. Para ello, en el extremo superior de la tubería hay que disponer una toma de agua de uso continuo o un dispositivo (automático) de recirculación.
Las instalaciones fijas con columnas **húmedas/secas o de preacción** → ❺ son redes de abastecimiento de agua contra incendios que normalmente están vacías y que se alimentan con agua de la red pública en el momento de necesidad mediante dispositivos de accionamiento a distancia.
Aunque el agua también está a disposición con un **ligero retardo** para la extinción del incendio, se evitan las desventajas de sistemas combinados (agua potable estancada en los montantes, riesgo de heladas).
Todos los conductos para el abastecimiento de agua contra incendios tienen que montarse con pendiente en dirección de la válvula de desagüe. Los tamaños de las tuberías para el abastecimiento de agua contra incendios no deben ser inferiores que los diámetros nominales mínimos prescritos en las normas correspondientes. Los racores fijos de la toma de alimentación tienen que quedar a 800 + 200 mm sobre rasante según la norma DIN 14461-2 → ❶.
El montaje de tuberías en rozas debe preservar los grosores de las paredes exigidos por las normas de protección contra incendios.

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Generalidades
Clasificación
Muros cortafuegos
Elementos de construcción
Acristalamiento resistente al fuego
Puertas cortafuegos
Redes de abastecimiento de agua contra incendios
Aireadores extractores de humos y calor mecánicos
Sprinklers
Otras instalaciones de extinción

DIN 14461
DIN 14462

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

AIREADORES EXTRACTORES DE HUMOS Y CALOR MECÁNICOS

Los sistemas de control de humos y calor constan del dispositivo aireador extractor de humos y calor, además de elementos de disparo y control, motores de apertura, conductos de energía, abastecimiento de aire de impulsión y, quizá, barreras contra humos y demás accesorios al respecto. Los sistemas de control de humos y calor deben **evacuar humos y calor** en caso de incendio. Ayudan a mantener sin humos los itinerarios de evacuación y las vías de aproximación de los bomberos, facilitan las labores de extinción creando una **capa con carga reducida de humos**, retrasan o impiden el *flash-over* y, con ello, el incendio profundo, protegen equipamientos, menguan secuelas del incendio, como daños por gases de combustión y productos resultantes de la desintegración térmica, al igual que reducen la solicitación por fuego de los elementos constructivos.

Se distinguen diferentes sistemas:

Aireadores extractores de humos **naturales** basados en el principio de **ascensión térmica de los gases de combustión** (p. ej., lucernarios). Su efecto depende de:

- el área libre aerodinámica de su abertura
- la influencia del viento
- el tamaño de los huecos de entrada de aire de impulsión
- el momento de su apertura
- la situación de su montaje (p. ej., distribución y dimensiones del edificio).

En aireadores extractores de humos **mecánicos** los gases de combustión se extraen de modo **motorizado** (p. ej., mediante ventiladores).

Los **aireadores extractores de calor** son huecos en paredes o cubiertas que se abren automáticamente en caso de incendio (p. ej., mediante la fundición de juntas) y evacuan el calor generado por el fuego.

Aplicación y dimensionado

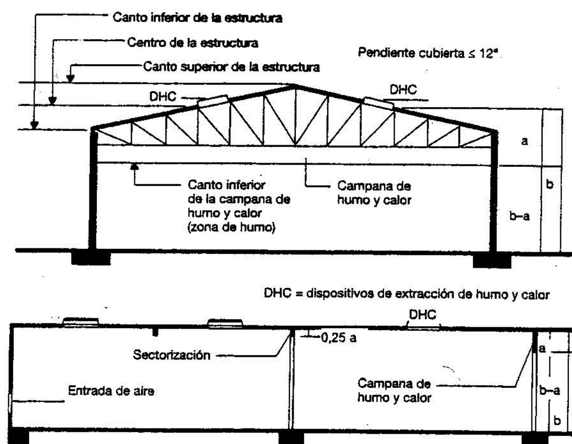
La MBO prescribe generalmente la aplicación de instalaciones de extracción de humos en ciertos ámbitos: en edificios con cajas de escaleras interiores y en edificios de más de cinco plantas sobre rasante tiene que disponerse en el **punto más alto de la caja de escaleras** un exutorio de humos (mín. **1 m²**) que debe poderse abrir desde la planta baja y el descansillo más alto de la escalera. En **cajas de ascensores** deben preverse exutorios de humos (**2,5 %** de la superficie en planta de la caja del ascensor, mín. **0,1 m²**).

Para edificios de usos especiales (locales de espectáculos y reunión, complejos industriales, etc.) podrá exigirse una aplicación más extensa en consideración de las ordenanzas correspondientes → ❶ - ❷.

Deben preverse aireadores extractores de humos y calor en:

- el ámbito de locales comerciales (de una planta), locales de producción y almacenamiento con superficies y dimensiones extremadamente grandes
- en edificios con itinerarios de evacuación extremadamente largos, si estos no pueden mantenerse libres de humo de otra manera y durante el tiempo necesario
- en edificios en los cuales, debido a directrices existentes, se requiere una protección especial
- en edificios con materiales o equipamientos especialmente valiosos y sensibles al humo, si se dan razones especiales para una protección superior del objeto.

En el caso general, una instalación de aireadores extractores de humos y calor se dimensiona determinando una capa libre de humo y calculando a continuación el área libre aerodinámica del hueco del exutorio → ❷ (como proporción % de superficie en planta del espacio que se ha de librar de humos al área libre eficiente del exutorio). Los valores exigidos se han fijado según los campos de aplicación en las ordenanzas correspondientes.



❶ Disposición de exutorios en cubiertas de naves (ejemplo)

	Modo de funcionamiento	Riesgo de incendio
Riesgo bajo de incendio	Escuelas (ciertas áreas)	LH
Riesgo medio de incendio	Cementeras Laboratorios fotográficos Tintorerías Talleres de lacado (sustancias solubles en agua)	OH1 OH2 OH3 OH4
Riesgo alto de incendio	Imprentas Producción de vehículos Producción de ruedas (para turismos/camiones) Producción pirotécnica	HHP1 HHP2 HHP3 HHP4

Para la clasificación en grupos de productos almacenados deben determinar además —sobre todo en mezclas de materiales— el embalaje (combustible/no combustible), el sistema de embalaje (p. ej., palé de madera/sacos/cartones/latas) al igual que la proporción del volumen y del peso de materiales sintéticos

Riesgo de incendio	Altura máxima almacenamiento	Clasificación
LH		1
OH 1		2
OH 2		3
OH 3		
OH 4		
HHP 1	6,8	4
HHP 2	5	
HHP 3	3,2	3
HHP 4	2,3	4
HHS 1	6,8	3
HHS 2	5	4
HHS 3	3,2	5
HHS 4	2,3	3

Asignación de los riesgos de incendio a las clasificaciones de diseño (ejemplo)

Altura cálculo techo b (m)	Capa cálculo humo a (m)	Porcentaje α GD 1	GD 2	GD 6	GD 7
4	1	0,3	0,43	1,29	1,46
4,5	1,5	0,25	0,35	1,05	1,19
	1,25	0,31	0,43	1,3	1,47
5	2	0,21	0,3	0,91	1,03
	1,75	0,26	0,37	1,1	1,24
	1,5	0,31	0,44	1,33	1,5
	1,25	0,38	0,54	1,61	1,82
5,5	2,5	0,19	0,27	0,82	0,92
	2,25	0,23	0,32	0,97	1,1
	2	0,27	0,38	1,15	1,3

Relación entre el riesgo de incendio (RI) y el grupo de dimensionado (GD), ejemplo

Nota: Los siguientes párrafos describen la situación legal en Alemania. Es indispensable consultar la normativa vigente de cada país.

El fundamento para dimensionar un sistema de extracción natural de humos y calor es el cálculo del **área libre (aerodinámica) de las aperturas de los exutorios** (superficie de evacuación de humos).

Para ello debe determinarse de antemano: la **clasificación de riesgo** del uso respectivo del local con relación a la velocidad de propagación del fuego en combinación con el **peligro de incendio** correspondiente, el **grosor de la capa de humo teórica** (mín. 2,5 m), dimensiones y altura de montaje (distancia del canto superior al nivel inferior de la capa de humo calculada) y área de los **huecos de ventilación (superficie de impulsión de aire generalmente 1,5 veces la superficie de extracción de humos)**.

La superficie del local del que debe evacuarse el humo (locales de > 1.600 m² tienen que compartimentarse mediante **barreras de humo** fijas o móviles en **sectores de humo**; en este caso, el canto inferior de la barrera de humo) depende de la **altura teórica del techo**. Considerando la altura del local y el grosor de la capa de humo teóricos, a partir de una tabla puede deducirse el área del hueco necesario para cada sector de humos y elegir el aireador extractor de humos y calor (exutorio) correspondiente.

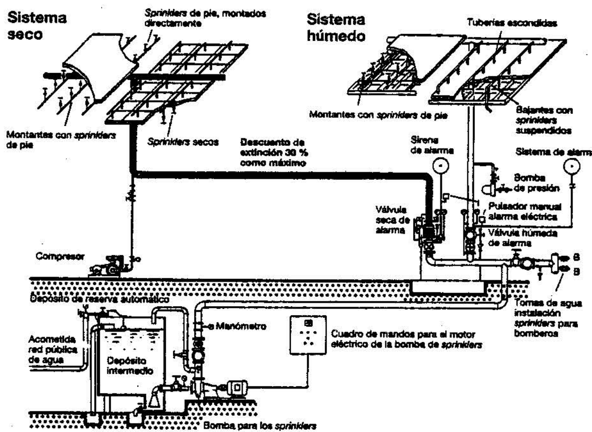
Los exutorios deben repartirse homogéneamente en cada sector de la cubierta y, como mínimo, se montará un exutorio de 200 m².

Además, deben mantener las **distancias entre los dispositivos** y a los márgenes de las cubiertas (5 m < a < 20 m) al igual que a los muros cortafuegos (5 m), para, en caso de incendio, reducir el peligro de que se extienda el fuego.

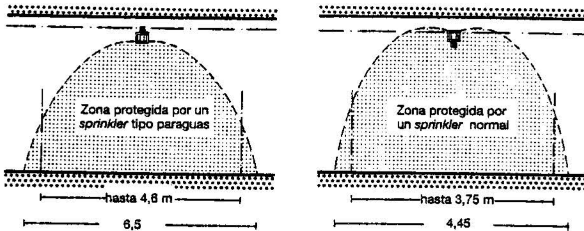
En cubiertas inclinadas los exutorios se colocarán en el punto lo más alto posible; en las de gran inclinación, (p. ej., en diente de sierra) debe evaluarse especialmente mediante cálculo.

Cada exutorio individual tiene que cumplir las **dimensiones mínimas** (largo = ancho = 1 m) y no exceder ciertas medidas máximas. Para ello es apropiado prever un número mayor de exutorios en huecos pequeños.

❷ Dimensiones de un aireador extractor de humos y calor natural según DIN 18232 y VdS CEA 4001: 2005-09 (02)



❶ Funcionamiento de una instalación de *sprinklers*: sistemas de tubería húmeda y seca



❷ Características de descarga de rociadores de cobertura extendida y convencionales (ejemplos)

Nota: Los siguientes párrafos describen la situación legal en Alemania. Es indispensable consultar la normativa vigente de cada país.

Dimensiones de instalaciones de *sprinklers*

El dimensionado de instalaciones de *sprinklers* depende del **riesgo de incendios** existente en el ámbito a proteger. Este se define en las del VdS→ pág. 520 y se clasifica en categorías (LH, OH, HHP, HHS) para zonas que deben protegerse mediante sistemas de *sprinklers*.
Otros valores de diseño para el dimensionado de instalaciones de *sprinklers* son: el **área de operación** que puede abastecerse con el caudal de agua calculado, la **cobertura máxima de cada *sprinkler*** depende del tipo de *sprinkler* y del riesgo de incendios; el **caudal total**, es decir, la cantidad de agua que se rocía cada minuto sobre la superficie que se ha de proteger, al igual que el **tiempo de acción**, en el cual tiene que estar disponible el caudal total de agua de extinción.

Clasificación riesgo de incendio	Caudal de agua (mínimo) mm/min	Superficie de acción (m²)	
		Sistema de tubería húmeda/de preacción	Sistema seco/mixto
LH	2,25	84	Inadmisible Dimensionado según OH1
OH1	5	72	90
OH2	5	144	180
OH3	5	216	270
OH4	5	360	Inadmisible Dimensionado según HHP1
HHP1	7,5	260	325
HHP2	10	260	325
HHP3	12,5	260	325
HHP4	Llevar a cabo evaluación especial		

❸ Caudal de agua de extinción y cobertura para las clasificaciones de riesgo de incendios LH (Low Hazard), OH (Ordinary Hazard) y HHP (High Hazard) según VdS CEA 4001:2003-01

En el ámbito de las medidas técnicas de protección contra incendios, los sistemas de *sprinklers* se consideran **instalaciones de extinción automática.** Consisten en una red de tuberías fijas presurizadas a las que se montan ***sprinklers*** a distancias regulares. Por razones de revisión, la red debe estar a la vista o en el espacio ciego de falsos techos, y se conecta generalmente mediante un contenedor intermedio a la red pública de abastecimiento de agua potable.
Si, debido a la acción del fuego, la temperatura ambiente excede una **temperatura de disparo** prefijada en los *sprinklers* (aprox. 30 °C por encima de la temperatura ambiente máxima previsible), se accionan sus dispositivos de apertura, el agua presurizada sale de la tubería al *sprinkler* y se descarga sobre el deflector cubriendo una cierta superficie. A cada instalación de *sprinklers* se le agrega un sistema de alarma mecanicoacústico.

Aplicación

La aplicación de sistemas de *sprinklers* es necesaria en muchos casos, siempre y cuando no se puedan cumplir las exigencias de protección contra incendios o itinerarios de evacuación.
Para varios proyectos de edificios especiales **(p. ej., almacenes, hoteles, rascacielos, hospitales, centros comerciales, etc.) se exige de antemano** el montaje de sistemas de *sprinklers*. Los detalles para el proyecto de puesta en obra están reglamentados en las ordenanzas y directrices correspondientes.

Sistemas

Sistemas de *sprinklers* de tubería húmeda → ❶ son el tipo de sistema más extendido; tienen una red situada tras la válvula de alarma de tubería húmeda que está constantemente cargada con agua. Cuando se dispara un *sprinkler*, el agua se descarga **inmediatamente, sin retardo.**
Sistemas de *sprinklers* de tubería seca → ❶ son instalaciones en las que la red de tuberías situada tras una denominada válvula de alarma está llena de aire presurizado que impide el paso del agua a la red de los *sprinklers*. Cuando un *sprinkler* se dispara, el aire presurizado se libera. El agua de extinción se descarga **con retardo** tras desplazar el aire de las tuberías. Los sistemas de *sprinklers* con tuberías secas se emplean sobre todo en zonas con peligro de heladas.
Los sistemas secos de respuesta rápida son sistemas de tubería seca con bajo retardo en los cuales la apertura de la válvula de alarma ya se abre antes del disparo de un *sprinkler* mediante sistemas de detección de humo y fuego adicionales.
Instalaciones alternas subsidiarias son sistemas de tubería seca (p. ej., en zonas de un edificio con riesgo de heladas) conectados al sistema de tubería húmeda montado en otras partes del edificio.
Sistemas de preacción son sistemas de tubería seca que (para evitar falsas alarmas, p. ej., a causa de algún *sprinkler* defectuoso) solo pueden ponerse en acción mediante una central automática de detección y de alarma de incendios en combinación con un *sprinkler* disparado.

Sprinklers

La construcción más extendida es el denominado ***sprinkler* de ampolla**, que cuenta con una ampolla de vidrio como elemento de apertura termosensible, al igual que el ***sprinkler* de fusible**, cuyo elemento de apertura se abre con el calor. Según el tipo de **descarga** se distinguen: ***sprinkler* convencional** → ❷ con una descarga del agua esférica dirigida al suelo y al techo. Pueden aplicarse en forma montante o colgante. ***Sprinklers* de cobertura extendida** → ❷ con una descarga parabólica dirigida hacia el suelo. Pueden aplicarse en forma montante o colgante. Además se comercializan ***sprinklers* de pared** y otras variantes especiales (p. ej., ***sprinklers* de gran alcance**).

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
Generalidades
Clasificación
Muros cortafuegos
Elementos de construcción
Acristalamiento resistente al fuego
Puertas cortafuegos
Redes de abastecimiento de agua contra incendios
Aireadores extractores de humos y calor mecánicos
Sprinklers
Otras instalaciones de extinción

Técnicas de la construcción

Nota: Los siguientes párrafos describen la situación legal en Alemania. Es indispensable consultar la normativa vigente de cada país.

Sistemas de extinción mediante agua pulverizada

Son instalaciones de abastecimiento de agua con tuberías fijas, en las que se colocan boquillas abiertas a intervalos regulares. La red de tuberías no está llena de agua cuando la instalación se pone en marcha. Una vez activada la instalación, fluye el máximo caudal de agua a la red de boquillas de pulverización.

El caudal de agua impulsado depende de la forma y del tamaño de la sala que hay que proteger, del tipo de edificio, del tipo y cantidad de los enseres a proteger, de la altura y la forma de almacenamiento y de la influencia del viento, y debe rondar entre los 5 y 60 l/min y m².

En instalaciones divididas por grupos, la superficie que debe protegerse por grupo es, por lo general, de entre 100 y 400 m². El área de aplicación en locales ≥ 200 m² dividido en superficies de aplicación por grupos se computa a partir de las dos superficies de aplicación con la mayor demanda de agua. En la determinación de la superficie total que hay que proteger, deber partirse de la propagación del incendio entre las superficies de aplicación por grupos. En tal caso, deben abastecerse simultáneamente todas las superficies de aplicación incluidas en un radio de 7 m alrededor del posible origen del incendio más desfavorable.

Los sistemas de extinción mediante agua pulverizada se instalan, p. ej., en aeropuertos, instalaciones de incineración y almacenaje de basuras, escenarios, transformadores, almacenes y contenedores de líquidos combustibles, canales de cables, silos de virutas, fábricas de tableros aglomerados, centrales eléctricas, salas de compresores hidráulicos, fábricas pirotécnicas y fábricas de munición. (Extractos de la norma DIN 1988, T 6, DIN 14494, VDS 2109 8/90).

Instalaciones de extinción automática mediante reducción del oxígeno de combustión

La eficacia de este tipo de instalaciones se basa sobre todo en la reducción del contenido en oxígeno del aire hasta un valor en el cual ya no es posible el proceso de combustión.

Es muy frecuente la utilización de anhídrido carbónico como agente gaseoso de extinción. Las instalaciones de extinción por CO_2 tienen la función de extinguir incendios en la fase de ignición y de mantener una concentración altamente eficaz de CO_2 en el aire hasta que se haya eliminado el riesgo de que se reavive el incendio. Al ser un gas, el CO_2 se extiende de un modo uniforme e inmediato por toda la zona de incendio, protegiendo así todo el espacio. Una instalación de CO_2 se compone fundamentalmente de los contenedores de gas con la reserva correspondiente de agente extintor, las correspondientes válvulas necesarias y una red de tuberías fijas con boquillas abiertas, distribuidas adecuadamente en la zona que hay que proteger, así como dispositivos de detección, control, alarma y disparo. En las instalaciones destinadas a la protección de locales, no puede asignarse una superficie superior a 30 m² a una boquilla. En los espacios de más de 5 m de altura, las boquillas destinadas a distribuir el CO_2 no solo deben colocarse en la parte superior del espacio que hay que proteger, sino también aprox. a 1/3 de la altura de la sala.

El CO_2 es un medio de extinción apropiado para los siguientes objetos o materiales: líquidos combustibles u otros materiales, que en caso de incendio se comportan como líquidos combustibles, gases combustibles, cuando no existe el peligro de que, una vez apagado el fuego, pueda formarse una mezcla de aire y gas inflamable; dispositivos eléctricos y electrónicos; sólidos combustibles, como madera, papel y textiles, teniendo en cuenta que la combustión de estos materiales exige una concentración más elevada de CO_2 y mayor tiempo de aplicación.

El CO_2 no es apropiado para la extinción de: incendios graves de madera, papel, textiles y demás; materiales y productos químicos oxigenados; materiales y sustancias químicas que reaccionan con CO_2 (p. ej., metales alcalinos e híbridos metálicos). En el montaje de instalaciones de extinción por anhídrido carbónico deben tomarse precauciones de seguridad especiales, ya que las concentraciones para la extinción de más del 5 % son mortales y tienen efectos altamente corrosivos. Por ello, solo están autorizadas para su montaje empresas reconocidas por las autoridades competentes. (Extracto de VDS 2093:2006-09 [02]).

Sistema fijos de extinción por polvo

Los polvos de extinción son mezclas químicas homogéneas apropiadas para combatir un fuego. Sus principales componentes son carbonato de potasio/calcio, sulfato de potasio, cloruro de potasio/calcio, fosfato de amonio.

Como polvo de extinción puede emplearse, en condiciones normales, desde una temperatura de -20 hasta +60 °C, y se utiliza tanto en el interior de edificios como en instalaciones industriales al exterior.

Los polvos de extinción son apropiados en incendios que afectan a los siguientes materiales o instalaciones: sólidos combustibles como madera, papel, textiles, aunque en cada caso hay que emplear el polvo de extinción adecuado al respecto; líquidos combustibles u otros materiales que, en caso de incendio, se comportan como líquidos combustibles; gases combustibles, metales combustibles como aluminio, magnesio y sus aleaciones, aunque en este caso solo pueden emplearse unos polvos especiales.

Ejemplos de instalaciones industriales en las que se emplean instalaciones fijas de polvos de extinción: plantas químicas y sus instalaciones de procesamiento, depósitos subterráneos de petróleo, fosos para contenedores, estaciones de llenado, unidades de condensación, unidades de bombeo, unidades de transferencia de petróleo y gas.

En las siguientes instalaciones, dispositivos y zonas no debería emplearse polvo de extinción: instalaciones, máquinas y dispositivos sensibles al polvo, así como instalaciones eléctricas de bajo voltaje (instalaciones de telecomunicación, equipos de procesamiento de datos, instalaciones de regulación y medida, cuadros eléctricos con protectores y relés, etc.); objetos o zonas con riesgo de incompatibilidad química entre el agente de extinción (peligro de reacciones químicas) y los materiales almacenados. (Extracto de VdS 3038).

Sistema fijo de extinción por espuma física

El agente de extinción "espuma física" se genera espumando una mezcla de agua y productos espumógenos con aire.

Los espumógenos están compuestos por productos obtenidos por síntesis de la albúmina solubles en agua, y contienen, dado el caso, productos fluorados adicionales. Los espumógenos polivalentes sirven para producir espuma pesada, media y ligera. Los espumógenos con proteínas o fluoroproteínas solo sirven para producir espuma pesada.

Los sistemas fijos de extinción por espuma física se emplean para apagar incendios en edificios y espacios interiores y exteriores. También pueden emplearse para cubrir superficies a modo preventivo.

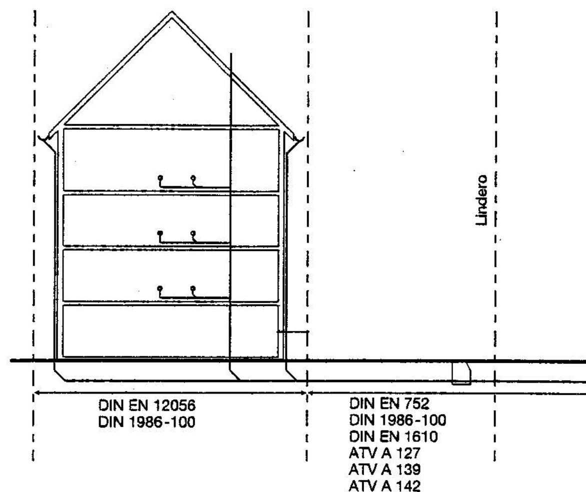
En el caso de aplicación con líquidos que desintegran espumas, p. ej., alcohol, éter, acetona, etc., deben tomarse medidas especiales.

El sistema fijo de extinción por espuma física debe estar dimensionado para que, en caso de incendio, llegue suficiente espuma de extinción a la zona protegida; es decir, que se cubra con eficacia la zona afectada.

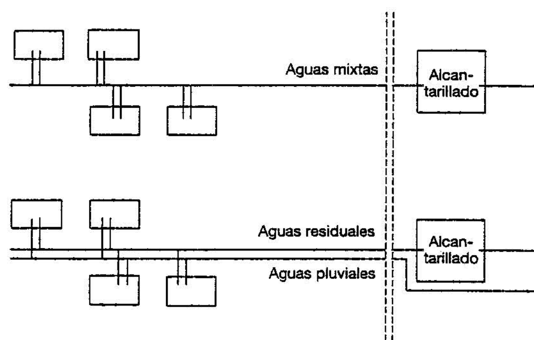
Las características fundamentales de los sistemas fijos de extinción por espuma son: caudal de agua, cantidad necesaria de espumógeno, proporción del volumen de espuma y mezcla de agua con espumógeno, tiempo mínimo de funcionamiento. En sistemas de espuma pesada y media, la espuma debe poder cubrir eficazmente toda la superficie correspondiente; deben tenerse en cuenta el alcance de lanzamiento, los posibles obstáculos y la distancia hasta el objeto a proteger, al igual que sus características.

En los sistemas de espuma ligera, la espuma debe llenar eficazmente el edificio o local correspondiente.

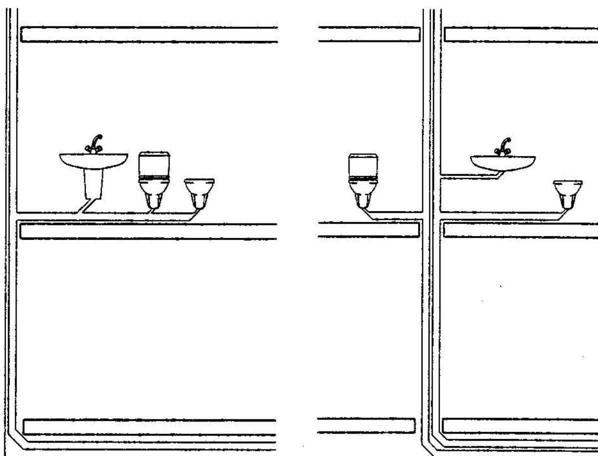
Si se protegen varios objetos independientes con un sistema de extinción por espuma pesada o media, la cantidad de agua necesaria depende del objeto mayor. El aprovisionamiento de agua debe estar previsto para un mínimo de 120 min en los sistemas de espuma pesada y de 60 min en los de espuma media.



❶ Ámbitos de validez de normas y directrices [12]



❷ Sistema mixto y separativo [11]



❸ Sistema de desagüe I [12]

❹ Sistema de desagüe IV [12]

Sistema I	Bajante única, ramal de descarga parcialmente lleno, nivel de llenado 0,5
Sistema II	Bajante única, ramal, parcialmente lleno, nivel de llenado 0,7
Sistema III	Bajante única con ramal totalmente lleno, nivel de llenado 1
Sistema IV	Separación en dos sistemas de bajantes (aguas grises, aguas negras)

❺ Sistema de desagüe permitido en Alemania: sistema I y IV → ❺

Extraído de: Wellpott, Erwin, *Las instalaciones en los edificios*, Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 2009.

Sistemas de evacuación de aguas para edificios y terrenos
Los sistemas de evacuación de aguas para edificios se realizan a ser posible mediante el principio de gravedad. Rige la serie de normas europeas DIN EN 12056 para todos los sistemas de desagüe por gravedad. La serie de normas es exclusivamente válida para el interior de edificios residenciales, comerciales, institutos y edificios industriales. En el exterior de edificios rige además la norma DIN EN 752, aparte de otras directrices → ❶.

Cálculo
El cálculo se basa en las cargas hipotéticas de las redes de tuberías, que dependen del tipo de uso y del modo de desagüe. Básicamente se distingue entre aguas residuales y pluviales. Además se diferencia si el caudal de agua residual o pluvial se mezcla en un sistema mixto o si, por prescripción de estatutos municipales, la evacuación debe ser separada → ❷.

Denominación de sistemas de conductos
Una **bajante** es la canalización vertical en el interior del edificio que lleva las aguas residuales o pluviales hasta una tubería en horizontal y que se ventila en cubierta.
El **colector enterrado** es la canalización inaccesible colocada en el terreno o debajo de una solera que recoge las aguas de las bajantes, de ramales y sumideros.
La **tubería de ventilación** es la prolongación de la bajante hasta una cota por encima de la cubierta para facilitar la compensación de presiones en el desagüe por gravedad mediante ventilación.
Los **colectores colgados** corresponden en cuanto a su función a los colectores enterrados, pero están colocados de modo accesible, bajo el techo o a lo largo de los muros del sótano.
Los **ramales** son las tuberías que van desde el cierre hidráulico del aparato que hay que desaguar hasta la canalización de conexión.
La **acometida** es la canalización desde la última arqueta de registro dentro del solar hasta el alcantarillado público.

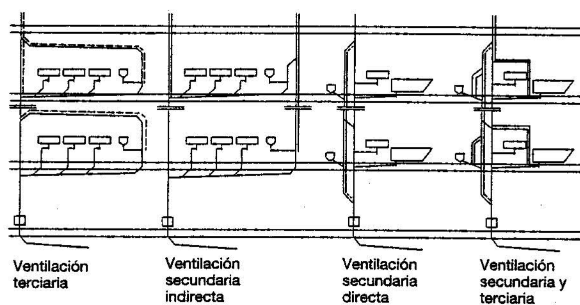
Dimensionado de tuberías de evacuación de aguas residuales
El caudal esperado de aguas residuales se calcula según:
$Q_{AR} = K \cdot \sqrt{\Sigma(UD)}$ siendo:
Q_{AR} caudal de agua residual l/s
K coeficiente de frecuencia de uso
UD valores de las unidades de descarga l/s
Los coeficientes de frecuencia de uso normalizados son:

Tipo de edificio	Coeficientes de frecuencia de uso normalizado K
Uso irregular, p. ej., en viviendas, hostales, oficinas	0,5
Uso frecuente, p. ej., en hospitales, escuelas, restaurantes, hoteles	0,7
Uso intensivo, p. ej., en aseos y/o duchas públicos	1
Uso especial, p. ej., laboratorios	1,2

El caudal total de aguas residuales se calcula con:
$\mathbf{Q_T = Q_{AR} + Q_C + Q_B}$ siendo:
Q_T Caudal total de aguas residuales l/s
Q_{AR} Caudal de agua residual l/s
Q_C Caudal continuo l/s
Q_B Caudal de aguas bombeadas l/s
Para el dimensionado, son decisivos el valor mayor (QAR o QT) o el valor del caudal del aparato sanitario con el mayor valor de unidad de descarga.
Debido a la existencia de sistemas de desagüe distintos en Europa, la norma DIN EN 12056-2 define cuatro sistemas que se diferencian según el nivel de llenado, los ramales y la separación de bajantes → ❺.

Aparato sanitario	Valor de UD	Derivación individual
Lavabo, bidé	0,5	DN 40
Ducha sin tapón	0,6	DN 50
Ducha con tapón	0,8	DN 50
Urinario individual con cisterna	0,8	DN 50
Urinario individual con fluxómetro	0,5	DN 50
Urinario de pedestal	0,2	DN 50
Urinario seco	0,1	DN 50
Bañera	0,8	DN 50
Fregadero y lavavajillas*	0,8	DN 50
Lavavajillas	0,8	DN 50
Lavadora hasta 6 kg	0,8	DN 50
Lavadora hasta 12 kg	1,5	DN 56/60
Inodoro con cisterna de 4/4,5 l	1,8	DN 80/DN 90
Inodoro con cisterna de 6 l/ fluxómetro	2	DN 80-DN 100
Inodoro con cisterna de 7,5 l/ fluxómetro	2	véase nota en la norma DIN
Inodoro con cisterna de 9 l/ fluxómetro	2,5	DN 100
Sumidero DN 50	0,8	DN 50
Sumidero DN 70	1,5	DN 70
Sumidero DN 100	2	DN 100
* con sifón común		

❶ Valores de unidad de descarga (UD) para diferentes aparatos sanitarios (según tabla 4 de la norma DIN 1986-100)

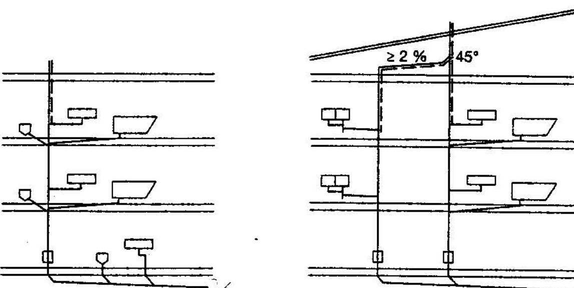


❷ Sistemas de ventilación para sistemas de evacuación de aguas residuales [11]

INSTALACIONES
Aguas residuales
Climatización
Instalaciones térmicas
Estaciones depuradoras particulares

DIN 1986
DIN 12056

Técnicas de la construcción



❸ Las ventilaciones primarias se pueden juntar en una tubería de ventilación primaria colectora en el punto superior de las redes de evacuación [11]

Dimensionado

Las dimensiones calculadas deben indicarse en el tamaño nominal DN, el respectivo diámetro interior mínimo está indicado en la tabla → ❹.

Diámetro nominal DN	Diámetro interior mínimo $d_{i\,mín.}$ (mm)
30	26
40	34
50	44
56	49
60	56
70	68
80	75
90	79
100	96
125	113
150	146
200	184
225	207
250	230
300	290

❹ Diámetros nominales (DN) con los correspondientes diámetros interiores mínimos $d_{i\,mín.}$ (corresponde a tabla 1 de norma DIN EN 12056-2)

Zona de la tubería	Pendiente mínima (%)	Indicación norma y capítulo
Derivaciones sin ventilación	1	DIN EN 12056-2, tabla 5
Derivaciones ventiladas	0,5	DIN 1986-100, apartado 8.3.2.2 DIN EN 12056-2, tabla 8
Colectores enterrados y colgados		
a) para aguas residuales	0,5	DIN 1986-100, apartado 8.3.4,
b) para aguas pluviales, (nivel de llenado 0,7)	0,5	DIN 1986-100, apartado 9.3.5.2
Colectores enterrados y colgados DN 90	1,5	DIN 1986-100, tabla A.2
(Inodoro con caudal de agua 4,5-6 l)	-	
Colectores enterrados para aguas pluviales en el exterior del edificio (nivel de llenado 0,7)		DIN 1986-100, apartado 9.3.5.2
hasta DN 200	0,5 *	
a partir de DN 250	1 : DN*	
* Velocidad máx. 2,5 m/s. Tras un pozo de registro puede dimensionarse para el llenado completo sin sobrepresión		

❺ Pendiente mínima para derivaciones del el desagüe por gravedad

Aireación y ventilación de las tuberías → ❷ + ❸

Los sistemas de desagüe se siguen diferenciando según el modo de ventilación o aireación. Fundamentalmente se distingue entre ventilaciones primaria y secundaria. Además de la ventilación primaria, se diferencia entre la ventilación terciaria conectando los ramales a la ventilación primaria, ventilación secundaria indirecta y directa, ventilación terciaria y ventilación primaria con válvulas de aireación adicionales. La sección de la tubería colectora de ventilaciones primarias tiene que medir como mínimo la mitad de la suma de las secciones individuales de cada ventilación primaria. El diámetro nominal de la tubería colectora de ventilaciones primarias tiene que ser una medida nominal más que el mayor diámetro nominal de la tubería de ventilación primaria correspondiente.

Límites de aplicación	Sistema I	Sistema IV
Longitud máxima de la tubería (l)	4 m	10 m
Número máximo de codos de 90°	3*	3*
Máxima altura de desnivel (A) (con pendiente de 45° o más)	1 m	1 m
Pendiente mínima	1 %	1,5 %

* Codo de conexión no incluido

(1) Límites de aplicación para derivaciones sin ventilación (corresponde a tabla 5 de DIN EN 12056-2)

Límites de aplicación	Sistema I	Sistema IV
Longitud máxima de la tubería (l)	10 m	Sin limitación
Número máximo de codos de 90°	Sin limitación	Sin limitación
Máxima altura de desnivel (A) (con pendiente de 45° o más)	3 m	3 m
Pendiente mínima	0,5 %	0,5 %

* Codo de conexión no incluido

(2) Límites de aplicación para ramales colectores y derivaciones ventilados (corresponde a tabla 8 de DIN EN 12056-2)

DN	Longitud máxima de la tubería m	Máximos cambios de dirección 90°	Desnivel máximo m	Pendiente mínima
50	4	3	1	1 %
56	4	3	1	1 %
70	4	3	1	1 %
80	10	3	1	1 %
90	10	3	1	1 %
100	10	3	1	1 %

(3) Límites de aplicación para ramales colectores sin ventilación (corresponde a DIN 1986-100, apartado 8.3.2.2)

Bajante de aguas residuales con ventilación primaria	$Q_{máx.}$ (l/s)	
DN	Ramales	Ramales con radio interior
60	0,5	0,7
70	1,5	2
80*	2	2,6
90	2,7	3,5
100 **	4	5,2
125	5,8	7,6
150	9,5	12,4
200	16	21

* Diámetro nominal mínimo en caso de conexión de inodoros al sistema II
** Diámetro nominal mínimo en caso de conexión de inodoros a los sistemas I, III, IV

(4) Caudal de aguas residuales permitido $Q_{máx.}$ y diámetro nominal DN para bajante con ventilación primaria (corresponde a tabla 11 de DIN EN 12056-2)

Los **límites de aplicación** para los sistemas ventilados de modos diferentes (derivaciones individuales y ramales colectores) pueden dimensionarse en las tablas → (1) – (3).

Dimensionado de derivaciones

Las derivaciones individuales y los ramales colectores se dimensionan según las tablas siguientes (tablas según Geberit) → (5) + (6).

El **dimensionado de bajantes** para aguas residuales se diferencia de un sistema de ventilación → (4) + (7).

K = 0,5	K = 0,7	K = 1	DN	d_i mm
Σ DU	Σ DU	Σ DU		
1	1	0,8	50	44
2	2	1	50/60	49/56
9	4,6	2,2	70*	68
13**	8**	4	80	75
13**	10**	5	90	79
16	12	6,4	100	96

* sin inodoros
** dos inodoros como máximo

(5) Dimensionado de ramales colectores sin ventilación (corresponde a tabla 5 de DIN 1986 -100)

K = 0,5	K = 0,7	K = 1	DN	d_i mm
Σ DU	Σ DU	Σ DU		
3	2	1	50	44
5	4,6	2,2	56/60	49/56
13	10	5	70*	68
16	13	9	80	75
20	16	11	90	79
25	20	14	100	96

* sin inodoros

(6) Dimensionado de ramales colectores ventilados (dimensionado simplificado en lugar del cálculo según las reglas para colectores, es decir, según Prandtl-Colebrook)

Bajante de aguas residuales con ventilación primaria	Ventilación secundaria	$Q_{máx.}$ (l/s)	
DN	DN	Ramales	Ramales con radio interior
60	50	0,7	0,9
70	50	2	2,6
80*	50	2,6	3,4
90	50	3,5	4,6
100**	50	5,6	7,3
125	70	12,4***	10
150	80	14,1	18,3
200	100	21	27,3

* Diámetro nominal mínimo en caso de conexión de inodoros al sistema II
** Diámetro nominal mínimo en caso de conexión de inodoros a los sistemas I, III, IV
*** Este valor debe ser una errata en DIN EN 12045-2. Recomendación: corregirlo en 8,4

(7) Caudal de aguas residuales permitido $Q_{máx.}$ y diámetro nominal DN para bajante con ventilación secundaria (corresponde a tabla 2 de DIN EN 12056-2)

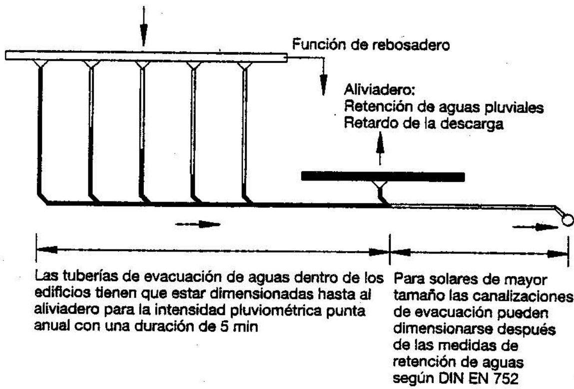
Colectores enterrados y colgados
En el interior del edificio, los colectores deben dimensionarse con un nivel de llenado altura/diámetro índice i = 0,5 teniendo en cuenta la pendiente mínima de 0,5 %, tras la conexión de un sistema de elevación y bombeo también con un nivel de llenado altura/diámetro índice i = 0,7.

Pen-diente	DN 80		DN 90		DN 100		DN 125		DN 150		DN 200		DN 225		DN 250		DN 300	
i	$Q_{máx.}$	ν	$Q_{máx.}$	ν	$Q_{máx.}$	ν	$Q_{máx.}$	ν	$Q_{máx.}$	ν	$Q_{máx.}$	ν	$Q_{máx.}$	ν	$Q_{máx.}$	ν	$Q_{máx.}$	ν
cm/m	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s
0,5	-	-	-	-	1,8	0,5	2,8	0,5	5,4	0,6	10	0,8	15,9	0,8	18,9	0,9	34,1	1
1	1,3	0,6	1,5	0,6	2,5	0,7	4,1	0,8	7,7	0,9	14,2	1,1	22,5	1,2	26,9	1,2	48,3	1,4
1,5	1,5	0,7	1,8	0,7	3,1	0,8	5	1	9,4	1,1	17,4	1,3	27,6	1,5	32,9	1,5	59,2	1,8
2	1,8	0,8	2,1	0,8	3,5	1	5,7	1,1	10,9	1,3	20,1	1,5	31,9	1,7	38,1	1,8	68,4	2
2,5	2	0,9	2,4	1	4	1,1	6,4	1,2	12,2	1,5	22,5	1,7	35,7	1,9	42,6	2	76,6	2,3
3	2,2	1	2,6	1,1	4,4	1,2	7,1	1,4	13,3	1,6	24,7	1,9	39,2	2,1	46,7	2,2	83,9	2,5
3,5	2,4	1,1	2,9	1,1	4,7	1,3	7,6	1,5	14,4	1,7	26,6	2	42,3	2,2	50,4	2,3	90,7	2,7
4	2,6	1,2	3,1	1,2	5	1,4	8,2	1,6	15,4	1,8	28,5	2,1	45,2	2,4	53,9	2,5	96,9	2,9
4,5	2,8	1,2	3,2	1,3	5,3	1,5	8,7	1,7	16,3	2	30,2	2,3	48	2,5	57,2	2,7	102,8	3,1
5	1,2	2,9	3,4	1,4	5,6	1,6	9,1	1,8	17,2	2,1	31,9	2,4	50,6	2,7	60,3	2,8	108,4	3,2

1 Caudal de aguas residuales permitido, nivel de llenado 50 % (altura/diámetro interior = 0,5) (corresponde a tabla B.1 de DIN EN 12056)

Pen-diente	DN 80		DN 90		DN 100		DN 125		DN 150		DN 200		DN 225		DN 250		DN 300	
i	$Q_{máx.}$	ν	$Q_{máx.}$	ν	$Q_{máx.}$	ν	$Q_{máx.}$	ν	$Q_{máx.}$	ν	$Q_{máx.}$	ν	$Q_{máx.}$	ν	$Q_{máx.}$	ν	$Q_{máx.}$	ν
cm/m	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s
0,5	1,5	0,5	-	-	2,9	0,5	4,8	0,6	9	0,7	16,7	0,8	26,5	0,9	31,6	1	56,8	1,1
1	2,2	0,7	2,5	0,6	4,2	0,8	6,8	0,9	12,8	1	23,7	1,2	37,6	1,3	44,9	1,4	80,6	1,6
1,5	2,6	0,8	3	0,8	5,1	1	8,3	1,1	15,7	1,3	29,1	1,5	46,2	1,6	55	1,7	98,8	2
2	3,1	0,9	3,5	0,9	5,9	1,1	9,6	1,2	18,2	1,5	33,6	1,7	53,3	1,9	63,3	2	114,2	2,3
2,5	3,4	1	4	1,1	6,7	1,2	10,8	1,4	20,33	1,6	37,6	1,9	59,7	2,1	71,7	2,2	127,7	2,6
3	3,8	1,1	4,3	1,2	7,3	1,3	11,8	1,5	22,3	1,8	41,2	2,1	65,4	2,3	77,9	2,4	140	2,8
3,5	4,1	1,2	4,7	1,3	7,9	1,5	12,8	1,6	24,1	1,9	44,5	2,2	70,6	2,5	84,2	2,6	151,2	3
4	4,4	1,3	5	1,3	8,4	1,6	13,7	1,8	25,8	2,1	47,6	2,4	75,5	2,7	90	2,8	161,7	3,2
4,5	4,6	1,4	5,3	1,4	8,9	1,7	14,5	1,9	27,3	2,2	50,5	2,5	80,1	2,8	95,5	3	171,5	3,4
5	4,9	1,5	5,6	1,5	9,4	1,7	15,3	2	28,8	2,3	53,3	2,7	84,5	3	100,7	3,1	180,8	3,6

2 Caudal de aguas residuales permitido, nivel de llenado 70 % (altura/diámetro interior = 0,7) (corresponde a tabla B.2 de DIN EN 12056)



❶ Delimitación de los campos de aplicación de DIN EN 12056, DIN 1986-100 y DIN EN 752 [12]

n°	Tipo de superficie	Coeficiente de escorrentía E
1	Superficies impermeables, p. ej.	
	– Cubiertas	1
	– Superficies de hormigón	1
	– Rampas	1
	– Superficies pavimentadas con juntas selladas	1
	– Firmes (asfalto)	1
	– Adoquines con juntas selladas	1
	– Cubiertas con grava	0,5
	– Cubiertas ajardinadas*	
	– con ajardinamiento intensivo	0,3
	– para ajardinamientos extensivos a partir de 10 cm de grosor de sustrato	0,3
	– para ajardinamientos extensivos con menos de 10 cm de grosor de sustrato	0,5
2	Superficies semipermeables y con poca capacidad de evacuación, p. ej.	
	– Pavimento de hormigón sobre lecho de arena o escoria, superficies con losas	0,7
	– Superficies con adoquín, con proporción de juntas ≥ 15 %, p. ej., 10 × 10 cm y menor	0,6
	– Superficies de tierra compactada	0,5
	– Parques infantiles con superficies parcialmente pavimentadas	0,3
	– Superficies cubiertas con sintéticos, césped artificial	0,6
	– Eras para trillar	0,4
	– Superficies de césped	0,3
3	Superficies permeables sin o con escorrentía insignificante, p. ej.	0
	– Parques y superficies con vegetación, suelos de grava y escoria, guijarros, también con superficies parcialmente pavimentadas	0
	– Caminos de jardín con suelo de tierra compactada	0
	– Accesos para vehículos y plazas de estacionamiento con pavimento vegetal (rejillas)	0
	* Según las directrices del proyecto, ejecución y cuidado de ajardinamientos sobre cubiertas – directrices para cubiertas ajardinadas	

❷ Coeficiente de escorrentía C para el cálculo de la evacuación de aguas pluviales (corresponde a tabla 6 de DIN 1986-100)

Evacuación de aguas pluviales

El agua de precipitaciones que cae sobre las cubiertas se evacua a través de una red de evacuación de aguas pluviales. Lo más importante es reconducir en la medida posible las aguas pluviales de las superficies edificadas mediante sistemas de infiltración en el subsuelo a las aguas freáticas. Si esto no fuera posible, las aguas pluviales se evacuarán a través de sistemas de desagüe mixtos o separativos. En la descarga hacia la canalización de acometida posiblemente deba tenerse en cuenta un límite fijado por las autoridades competentes. Según las circunstancias, se tiene que elaborar un sistema de retención de aguas pluviales en forma de una red sobredimensionada o de una edificación al propósito para cumplir las restricciones. Cada superficie de la cubierta debe disponer como mínimo de un sumidero y un rebosadero que desagüe. Las aguas pluviales, también las recogidas en cubiertas pequeñas, no deben evacuarse por los bajantes de aguas residuales. Las redes de evacuación se dimensionan para precipitaciones de mediana magnitud, y puesto que hay que contar con precipitaciones intensas, las sobrecargas en la red deben limitarse con medidas apropiadas para evitar daños (rebosaderos, dispositivos de reducción de presión en bajantes de desagüe por gravedad).

El caudal de aguas pluviales se calcula según DIN EN 12056-3 o DIN 1986-100:

$$Q = i_{D(T)} \cdot \frac{E \cdot A \cdot 1}{10.000}$$

siendo:

$i_{D(T)}$ La intensidad pluviométrica de diseño en l/s/ha, averiguada basándose en estadísticas
Intensidad pluviométrica punta bianual para la duración de cinco minutos, que puede acaecer cada 2 años

E Coeficiente de escorrentía

A Área expuesta a las precipitaciones medidas en su proyección en planta en m²

La duración de la precipitación decisiva para el dimensionado debe considerarse con D = 5 min. Los bajantes, los ramales colectores y los colectores enterrados para aguas pluviales deben dimensionarse para la intensidad pluviométrica punta bianual local ($i_{5(2)}$) (solo válido sin retención de aguas pluviales).
La delimitación de los ejemplos de aplicación según DIN EN 12056, DIN 1986-100 y DIN EN 725-4 se muestra en el cuadro siguiente: Sobrecargas o inundaciones deben limitarse mediante medidas apropiadas para la instalación de rebosaderos, dispositivos de reducción de presión en bajantes de desagüe por gravedad, etc.). Los coeficientes de escorrentía E para el cálculo del caudal de aguas pluviales están enumerados en → ❷ (tabla 6 DIN 1986-100). El dimensionado se ha de efectuar teniendo en cuenta una duración de la precipitación de D = 5 minutos. El intervalo entre precipitaciones extremas medido en años (T) se plantea según el proyecto y se determina según el tipo y el uso del edificio.

Desagüe por gravedad

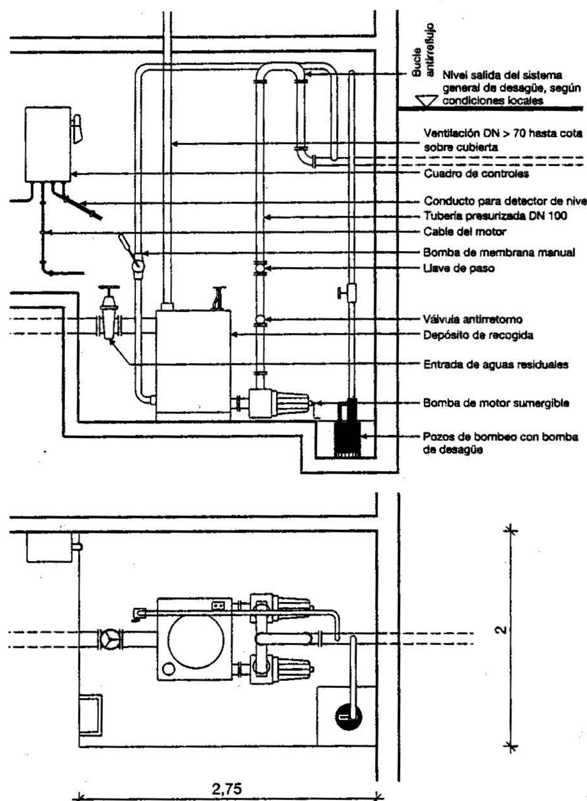
Los bajantes deben dimensionarse como mínimo con el diámetro nominal correspondiente al del sumidero respectivo. El nivel de llenado puede medir hasta F = 0,33. Los colectores colgantes y enterrados se deben dimensionar en el interior de edificios con un nivel de llenado de 0,7 y una pendiente mínima de 0,5 cm/m. En el exterior de edificios, la velocidad máxima no debe exceder los 2,5 m/s. El nivel de llenado máximo es, en este caso, 0,7.

Un pozo de registro puede dimensionarse para el llenado completo sin sobrepresión. La pendiente mínima es para diámetros de hasta DN 200 0,5 cm/m, a partir de DN 250 1: DN.

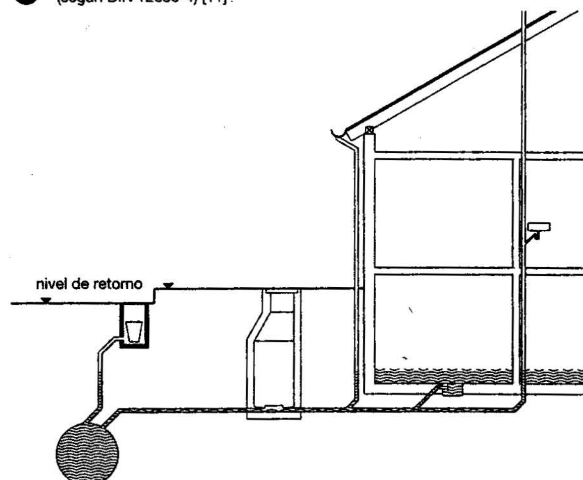
DIN 1986
DIN EN 12056
DIN EN 725

Ámbito de aplicación	Válvulas antirretorno autorizadas para su puesta en obra según E DIN EN 13564-1a
Aguas no fecales Escorrentía	Tipos 2, 3 y 5
Aguas fecales	Tipo 3 con marcaje F
Instalaciones de aprovechamiento de aguas pluviales[b]	Tipos 0, 1, 2
[a] Hasta la publicación de DIN EN 13564-1 rigen DIN 1997 y DIN 19578	
[b] Solo permitido para rebosaderos de depósitos soterrados conectados a un canal de aguas pluviales (véase DIN 1989-1)	

❶ Ámbitos de aplicación para válvulas antirretorno (corresponde a tabla 2 de DIN 1986 -100)



❷ Sistema de elevación de aguas residuales en forma de sistema doble (según DIN 12056-4) [11].



❸ Reflujo en las canalizaciones de un sistema mixto debido a sobrecarga del alcantarillado después de un chubasco intenso. En los sumideros situados en las cotas más bajas sale, si estos no están asegurados, agua pluvial mezclada con aguas negras [11]

Drenaje de cubiertas mediante sistema sifónico

Para este sistema hay que aportar un cálculo hidráulico adaptado al edificio. La retención de agua alrededor del sumidero necesaria para el funcionamiento no se considera inundación mientras no se excedan las prescripciones para los sumideros según DIN 19599. Las cubiertas con, p. ej., inundación planificada, deben impermeabilizarse hasta la altura de inundación, y su estructura debe dimensionarse para soportar las cargas correspondientes. Para el sistema de conductos de drenaje sifónico se considerará como máxima altura disponible la distancia entre el sumidero y el nivel de salida del sistema general de desagüe. Si se conecta un sistema sifónico a una canalización de desagüe por gravedad debe asegurarse la transformación de la alta energía cinética mediante la reducción de la velocidad de flujo a valores < 2,5 m/s.

Reflujo

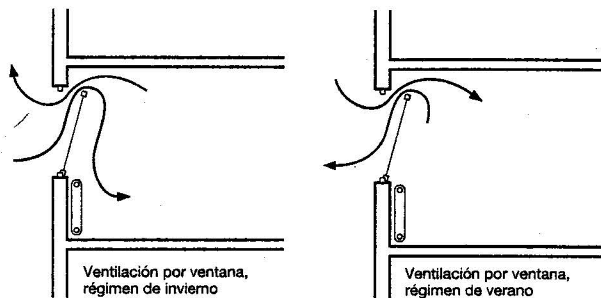
En los desagües situados por debajo del nivel de salida del sistema general de desagüe se han de asegurar los sistemas automáticos de elevación y bombeo de aguas residuales mediante un bucle antirreflujo o válvulas antirretorno contra el reflujo proveniente del alcantarillado (DIN EN 12056-4). Las válvulas antirretorno tienen una aplicabilidad limitada → ❶.

Los sistemas de elevación y bombeo de aguas residuales, en los cuales no debe interrumpirse el flujo, se instalarán como sistemas de elevación dobles → ❷.

Para las aguas provenientes de precipitaciones que se evacuan por debajo del nivel de salida general de desagüe deben disponerse también sistemas de elevación y bombeo. Para ello, debe dimensionarse de tal modo que en caso de un intensidad pluviométrica punta centenaria $i_{5(100)}$ no puedan producirse daños (en espacios como portales, entradas a sótanos, accesos a garajes, patios interiores). Para superficies más grandes situadas por debajo del nivel de salida general de desagüe que no pongan en peligro edificios o enseres, debe realizarse un cálculo hidráulico para comprobar la posibilidad de inundación según DIN EN 752-4, con una intensidad pluviométrica de $i_{15(30)}$. El sistema de elevación y bombeo debe dimensionarse entonces para $i_{5(2)}$. Las cubiertas que puedan desaguarse sin rebosaderos tienen que coordinarse y comprobarse con el ingeniero de estructuras teniendo en cuenta el nivel máximo posible de inundación. Además, debe llevarse a cabo una comprobación de sobrecarga para las instalaciones de evacuación en el interior de edificios hasta un punto de aliviadero. Los cálculos hidráulicos de inundación y sobrecarga deben prever una intensidad pluviométrica punta centenaria $i_{5(100)}$.

Aguas residuales especiales

Por principio, los residuos de procedencia comercial o industrial deben tratarse de modo que puedan verterse en el alcantarillado público de aguas residuales. Si se da el caso, se instalarán para ello unos sistemas de separación o tratamiento correspondientes que abarcan, p. ej., separadores de grasas e hidrocarburos, de féculas o emulsiones. Para aceites o hidrocarburos se prevén separadores según DIN 1999. Los sistemas generalmente están compuestos de decantador de fangos, separador y tubo de pruebas → ❹. Sobre todo deben conectarse al alcantarillado a través de instalaciones de separadores para hidrocarburos superficies en las que se lavan, revisan o repostan vehículos.



❶ Circulación en el caso de ventilación por ventana (régimen de invierno y verano) [12]

Sistema I	Ventilación por un lado con huecos en un muro exterior
Sistema II	Ventilación transversal con huecos en muros exteriores opuestos o en un muro y la cubierta
Sistema III	Ventilación transversal con huecos en un muro exterior y con patinejo de ventilación opuesto. El patinejo tiene que presentar una sección de 80 cm² como mínimo y 4 m de altura, de los cuales 3 m tienen que encontrarse en el interior del edificio (si es preciso, proteger contra enfriamiento).
Sistema IV	Ventilación transversal con salidas en la cubierta (claraboyas, boca de expulsión con deflector, abertura) y huecos en un muro o en muros exteriores opuestos.

❷ Sistemas de ventilación libre según la directriz alemana de seguridad y salud en los lugares de trabajo ASR 5

Grupo de locales A	Locales de trabajo con puestos para actividades en posición predominantemente sentada
Grupo de locales B	Locales de trabajo con puestos para actividades predominantemente no sentadas (local de ventas, locales comparables)
Grupo de locales C	Locales de trabajo con puestos para actividades en posición predominantemente sentada y no sentada, teniendo que contar en el local con grandes molestias causadas por malos olores debidos al funcionamiento previsto, p. ej., de trabajo físico duro.

❸ Grupos de locales según la normativa alemana

Sistema	Altura libre del local (A)	Fondo máximo del local	Sección de impulsión y extracción respectivamente en cm² por cada m² de superficie de suelo
I	hasta 4 m	2,5 × H	200
II	hasta 4 m	5 × H	120
III	hasta 4 m	5 × H	80
IV	más de 4 m	5 × H	80

❹ Secciones de ventilación para ventilación libre en locales laborales con lugares de trabajo para actividades en posición predominantemente sentada, según la directriz alemana de seguridad y salud en los lugares de trabajo ASR 5 (grupo de locales A)

Temperatura ambiente [°C]	Humedad relativa [%]
20	80
22	70
24	62
26	55

❺ Humedad relativa recomendada según la temperatura ambiente

Extraído de: Wellpott, Erwin, *Las instalaciones en los edificios*, Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 2009.

Ventilación natural

La calidad del aire en locales o edificios es una de las características de confort esenciales para usuarios y un tema importante para el bienestar. Si un edificio carece de instalación de ventilación mecánica, se habla de ventilación natural. La ventilación natural es la renovación del aire que se produce mediante ventilación por ventanas, patinejos u otras aberturas del edificio. La ventilación natural es resultado de la presión del viento en y alrededor del edificio, que, a su vez, depende de numerosos parámetros exteriores. Además, la renovación del aire en un edificio cambia por los gradientes térmicos en y alrededor del edificio. Para la calificación de la calidad de la ventilación natural también tiene importancia la renovación del aire dentro de los locales o del edificio.

Un edificio debería ventilarse de modo natural, para lo cual deben tenerse en cuenta los límites naturales inmanentes determinados por:
- emplazamiento del edificio en el contexto urbanístico
- velocidades del viento en el emplazamiento
- emisiones de ruido en el emplazamiento del edificio
- organización espacial del edificio, fondos de locales, locales interiores, resistencia aerodinámica de presión en el interior del edificio
- condiciones térmicas en el edificio o los locales.

Las condiciones de circulación en el caso de ventilación por ventana se distinguen en régimen de verano y de invierno según la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior → ❶. La normativa alemana diferencia entre:
- ventilación por ventana
- ventilación por patinejos
- ventilación por aireadores en cubierta
- ventilación por otras aberturas de admisión.

La calidad del aire se considera buena cuando se encuentra el suficiente aire para respirar favorable a la salubridad en los locales laborales y si la calidad del aire en general corresponde a la calidad del aire exterior, a no ser que por circunstancias extraordinarias la calidad del aire exterior no corresponda a las calidades exigidas (concentración CO_2, óxidos de nitrógeno, etc.)

Se describen los siguientes sistemas de ventilación libre: → ❷.

Estos sistemas de ventilación libre son válidos para una superficie de diseño de 6 m²/empleado.

Para ello, se clasifica en grupos de locales A, B, C → ❸.

Las **áreas efectivas** para ventilación libre se deducen de lo siguiente (extracto de la normativa alemana) → ❹.

La reducción de las áreas efectivas mediante elementos ajustables (lamas) tiene que estar garantizada. Los caudales de aire exterior mínimos exigidos en la directriz alemana de seguridad y salud en los lugares de trabajo corresponden más o menos a los caudales de aire exterior recomendados con relación al cumplimiento de valores de CO_2 máximos.

Se recomiendan:

en actividades en posición predominantemente sentada:
20-40 m³/h y persona

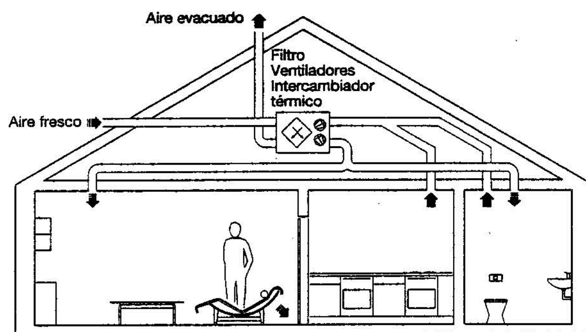
en actividades en posición predominantemente no sentada:
40-60 m³/h y persona

en actividades de trabajo físico intenso:
65 m³/h y persona

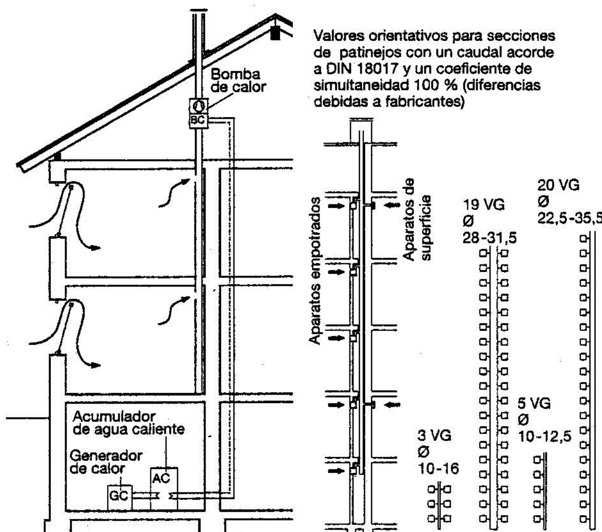
Para el primer grupo (actividades en posición predominantemente sentada) es recomendable una evaluación más minuciosa en el contexto con conceptos integrales. Es oportuno calcular el caudal necesario mediante una valoración del contenido en CO_2 del aire exterior y de la frecuencia de uso de los locales.

INSTALACIONES
Aguas residuales
Climatización
Instalaciones térmicas
Estaciones depuradoras particulares

Técnicas de la construcción

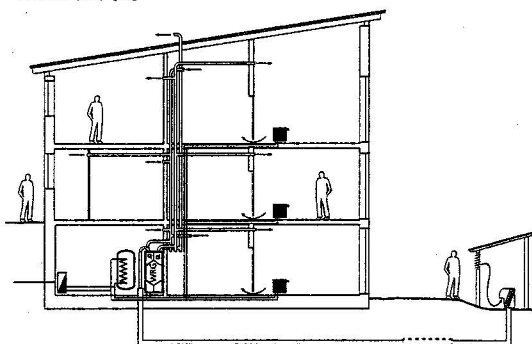


❶ Ventilación de viviendas centralizada con recuperación de calor. El aire exterior aspirado para la renovación del aire entra filtrado en el intercambiador térmico de flujos cruzados y absorbe el calor del aire expulsado. Normalmente, el aire calentado circula a través de varios locales antes de ser aspirado nuevamente. El aire de cocina y baño no debería poder llegar a otras habitaciones. [12]



❷ Instalación centralizada de extracción de aire con recuperación de calor a través de una bomba de calor (BC) y almacenamiento en un acumulador de agua caliente (AC). El resto del calor necesario lo suministra el generador de calor (GC). [12]

❸ Los sistemas de ventilación individuales con conducto principal común sustituyen a las grandes baterías de patinejos. [12]



❹ Ventilación controlada de vivienda con intercambiador tierra-aire (vivienda unifamiliar) [14]

	Tiempo de funcionamiento mínimo 12 horas/día*1	Tiempo de funcionamiento aleatorio*2
Rincón cocina	40 m³/h	60 m³/h
Cocina, ventilación básica	40 m³/h	60 m³/h
Cocina, ventilación intensiva	200 m³/h	200 m³/h
Baño con/sin inodoro	40 m³/h	60 m³/h
Aseo solo inodoro	20 m³/h	30 m³/h

*1 Funcionamiento con carga básica
*2 Funcionamiento regulado según demanda

❺ Caudales previstos según DIN 1945 (t. 5) para locales sin ventanas

Ventilación controlada en viviendas

Por razones higiénicas y físicas es necesario extraer de las estancias el aire viciado con olores, vapor y CO_2 y reemplazarlo por aire fresco y oxigenado. Hay que distinguir entre ventilación básica (necesaria por razones físicas) y por demanda (necesaria por razones higiénicas).

Ventilación básica: una renovación del aire completa de 0,5-1 veces por hora puede garantizar que en usos normales del local no se produzcan daños ni vicios constructivos. La alta humedad ambiental debida a una renovación del aire insuficiente (alta estanquidad de las juntas) puede causar manchas de humedad y formación de moho. Este fenómeno se manifiesta en los casos en los cuales se renovaron las ventanas, incluidas las juntas, sin mejorar el aislamiento térmico de los cerramientos del edificio.

Ventilación por demanda: exhalaciones corporales, humo de tabaco, olores de cocina y aseos provocan un empeoramiento del aire que hace necesaria la renovación del mismo.

Factores de renovación del aire recomendados por razones higiénicas:

0,5-1 veces por hora en salas de estar y dormitorios,
4-5 veces por hora en aseos interiores,
0,5-25 veces por hora en cocinas (cargas periódicas).

Ventilación mecánica en viviendas unifamiliares

Una ventilación mecánica sin recuperación de calor debe renovar el aire de modo suficiente y mantener controladas las pérdidas de calor debidas al aire extraído. En una instalación de ventilación mecánica con **recuperación de calor** → ❶, el aire extraído se pone en contacto térmico con el aire de impulsión dentro de un intercambiador térmico. Debería recuperarse, como mínimo, un 80 % de calor (eficiencia) del aire evacuado.

Instalación centralizada de extracción de aire con recuperación de calor

En instalaciones de extracción de aire, el aire exterior o de impulsión entra por juntas y aberturas en los locales. El calor necesario para ello debe aportarse mediante el sistema de calefacción (normalmente emisores de calor estáticos o sistemas superficiales radiantes). El calor transportado con el aire extraído del edificio se pierde irrecuperablemente sin medidas adicionales. El bajo nivel de temperaturas (aprox. 20-24 °C) impide una recuperación para el sistema de calefacción. Una posibilidad de recuperación del calor es la utilización del nivel térmico del aire extraído como fuente de calor para una bomba de calor. La energía térmica puede almacenarse en, p. ej., un acumulador para agua caliente sanitaria→ ❷.

Sistemas de ventilación individuales con conducto de extracción común (conducto principal) → ❸

Según DIN 18017 (t.3) necesitan un único conducto de extracción vertical, al que se le pueden conectar hasta 20 pisos, uno o dos ventiladores por planta (también de dos zonas de viviendas adyacentes). El conducto principal de extracción, de Ø 10-35 cm, puede montarse en un patinejo de instalaciones con suficiente resistencia al fuego. Los ventiladores radiales en forma cúbica para el montaje empotrado o en superficie tienen una capacidad de extracción de 50 o 90 m³/h. Las clapetas antirretorno estancas impiden las pérdidas térmicas o molestias por malos olores en el tiempo de inactividad, y se encargan de la protección contra el fuego en caso de incendio (hasta la categoría de resistencia al fuego RF 90).

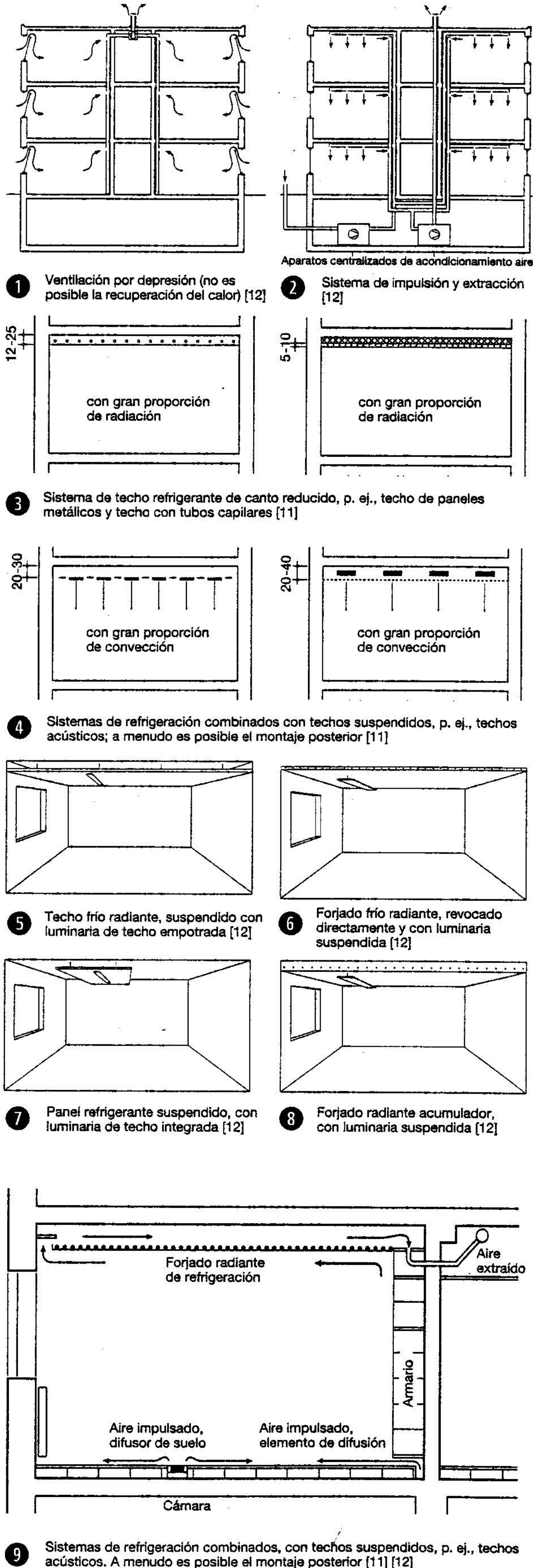
Ventilación controlada en una vivienda con intercambiador tierra-aire → ❹

El intercambiador tierra-aire proporciona la refrigeración del aire en régimen de verano. Mediante la aspiración de aire a través de un intercambiador tierra-aire puede enfriarse el aire exterior de 30 a 20 °C. En invierno, el intercambiador tierra-aire puede precalentar el aire exterior (de -10 a +2 °C). Calentando posteriormente el aire en días templados de invierno se puede caldear un edificio con buen aislamiento térmico.

INSTALACIONES
Aguas residuales
Climatización
Instalaciones térmicas
Estaciones depuradoras particulares

DIN 18017

Técnicas de la construcción



❶ Ventilación por depresión (no es posible la recuperación del calor) [12]

❷ Sistema de impulsión y extracción [12]

❸ Sistema de techo refrigerante de canto reducido, p. ej., techo de paneles metálicos y techo con tubos capilares [11]

❹ Sistemas de refrigeración combinados con techos suspendidos, p. ej., techos acústicos; a menudo es posible el montaje posterior [11]

❺ Techo frío radiante, suspendido con luminaria de techo empotrada [12]

❻ Forjado frío radiante, revocado directamente y con luminaria suspendida [12]

❼ Panel refrigerante suspendido, con luminaria de techo integrada [12]

❽ Forjado radiante acumulador, con luminaria suspendida [12]

❾ Sistemas de refrigeración combinados, con techos suspendidos, p. ej., techos acústicos. A menudo es posible el montaje posterior [11] [12]

Función de la ventilación y climatización

En estancias habitables deben imperar unas condiciones de ambiente que correspondan a nuestra sensación de bienestar. En los siguientes componentes relevantes para el bienestar puede influirse mediante instalaciones de ventilación y acondicionamiento del aire:

- pureza del aire/nivel de olores,
- temperatura ambiente,
- corrientes,
- humedad del aire.

Funcionamiento de instalaciones de ventilación y climatización

Una instalación de ventilación y climatización consta generalmente de un dispositivo de aspiración del aire exterior, un aparato de acondicionamiento central, una red de distribución del aire y aireadores → ❷. Según las tareas que debe cumplir una instalación de ventilación y climatización, se dividen en sistemas diferentes. También se distingue si una instalación de ventilación y climatización surte el efecto deseado solo con la ayuda del aire transportado y acondicionado, o si se emplean combinaciones normalmente con sistemas con agua. La primera distinción de instalaciones de tratamiento de aire es la división en instalaciones con función de ventilación o sin ella. Las instalaciones con ventilación tienen que proporcionar una cantidad suficiente de aire exterior. Además de la ventilación, tales sistemas pueden ocuparse de funciones como calefacción, refrigeración, humectación y deshumidificación. Los sistemas sin ventilación satisfacen los mismos requisitos pero no renuevan el aire ambiental viciado. Una división más de sistemas de ventilación y climatización se efectúa según el modo de tratamiento del aire. Para ello se remonta a las funciones denominadas de tratamiento termodinámico (C: calefacción; F: refrigeración; H: humectación; D: deshumidificación): un sistema que solo transporta y (tal vez) filtra el aire es un **sistema de ventilación.**

Si no utiliza aire exterior, es un **equipo de recirculación de aire.**

Sistemas de aire-agua

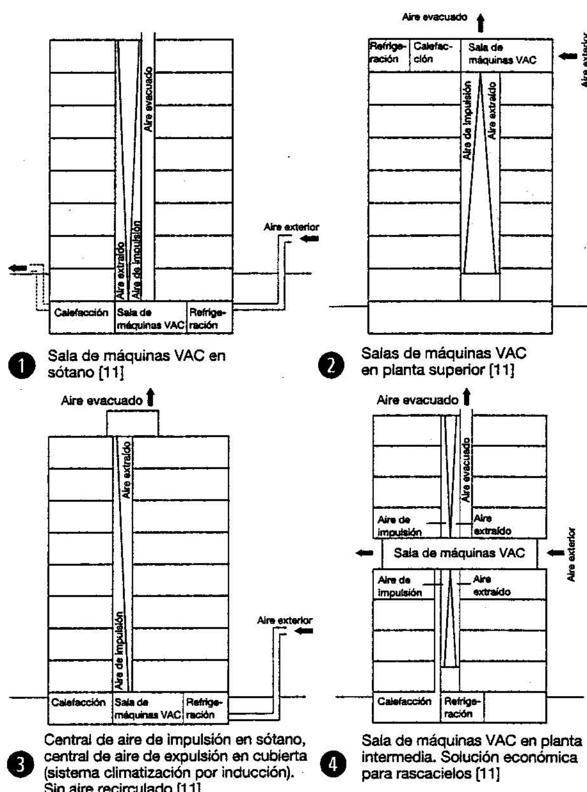
Son instalaciones de tratamiento del aire que operan en combinación con sistemas adicionales de calefacción o refrigeración por agua. Abarcan, p. ej.:

Techos fríos radiantes → ❸ - ❾

Producen una refrigeración estática. En lugar de una recirculación mecánica del aire tiene lugar un intercambio de radiación entre el local y los módulos de techo por los que discurre el agua fría. La renovación del aire puede limitarse a la medida mínima necesaria por razones de higiene. En oficinas, lo que debe evacuarse es la carga térmica de refrigeración; es decir, el calor producido por personas, equipos e iluminación que, por lo general, es superior a las pérdidas térmicas a través de la envolvente del edificio. En el caso de climatización convencional, para evacuar esta carga térmica de refrigeración (que ronda los 40-80 W/m²) se necesitan valores de renovación del aire elevados, conductos voluminosos y sistemas centrales complejos. Cada vez es más frecuente utilizar techos fríos radiantes (denominados también "refrigeración silenciosa", ya que no es necesario utilizar máquinas ruidosas como ventiladores y, en lugar del aire, se emplea agua como fluido portador).

Ventajas de techos fríos radiantes:

Poco espacio necesario para conductos, patinejos, sala de máquinas. Bajos costes energéticos, ahorro energético. Buena aceptación gracias a ruidos de flujo y velocidad del aire ambiental reducidos. Sistemas de techos para la refrigeración de hasta 100 W/m². Otra variante de la denominada **"refrigeración silenciosa"** (sistemas de refrigeración mediante radiación y/o convección libre) son los **paneles suspendidos** (paneles refrigerantes) → ❼, que, sin embargo, presentan una capacidad de refrigeración menor debido a su superficie limitada, combinaciones de paneles suspendidos con proporción de convección (p. ej., aumento de la convección mediante chapas perforadas), forjados radiantes acumuladores y distintas combinaciones de los sistemas mencionados.

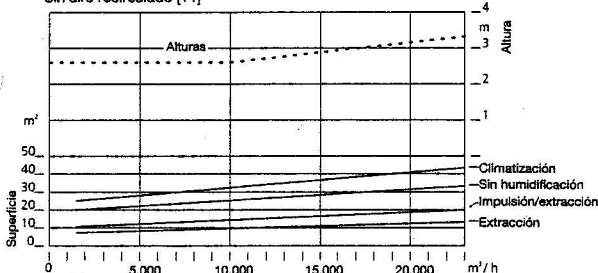


❶ Sala de máquinas VAC en sótano [11]

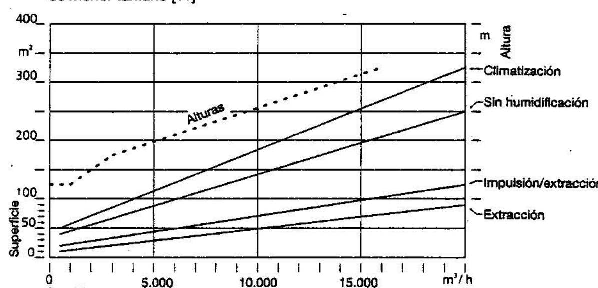
❷ Salas de máquinas VAC en planta superior [11]

❸ Central de aire de impulsión en sótano, central de aire de expulsión en cubierta (sistema climatización por inducción). Sin aire recirculado [11]

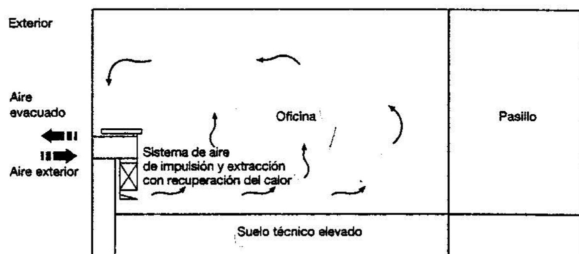
❹ Sala de máquinas VAC en planta intermedia. Solución económica para rascacielos [11]



❺ Diagrama para un cálculo estimativo de las superficies y alturas necesarias de salas de máquinas de climatización con varios sistemas para caudales de aire de hasta 50 m³/s, según normativa alemana (VDI 3803), para instalaciones de menor tamaño [11]



❻ como ❺, para sistemas de ventilación y climatización más grandes [11]



❼ Sistema combinado de impulsión y extracción montado en el antepecho [12]

Salas de máquinas VAC → ❶ - ❹

Distribución de las salas de máquinas para el tratamiento del aire

Según la RbAL (Comisión técnica de supervisión de obras en Alemania), los equipos para el tratamiento del aire en edificios de más de tres plantas sobre rasante deben instalarse en unas salas especiales (salas o centrales de máquinas de ventilación), si los conductos conectados a ellos atraviesan varios pisos o sectores de incendio.

En la mayor parte de los casos, los **sistemas de ventilación y climatización** tienen su espacio en una planta de instalaciones, cerca de la central térmica (sala de calderas con distribución) y el equipo de refrigeración (máquina de refrigeración). No está permitido colocar ambos equipos en una misma sala (por protección contra el fuego). En el proyecto debe tenerse en cuenta la conexión de las salas técnicas a los núcleos de comunicación vertical con sus patinejos verticales de instalaciones. También debe considerarse la distancia horizontal y vertical de los puntos de mayor consumo (p. ej., cocinas industriales, comedores o instalaciones de ordenadores) a la sala de climatización. La integración formal de una planta técnica en el volumen del edificio puede influir considerablemente en su imagen. Si se sitúan en una de las plantas superiores, estas apenas tienen ventanas (emisiones de ruido), pero sí huecos de admisión y descarga de aire, y destacan por su altura normalmente mayor en comparación con las otras plantas.

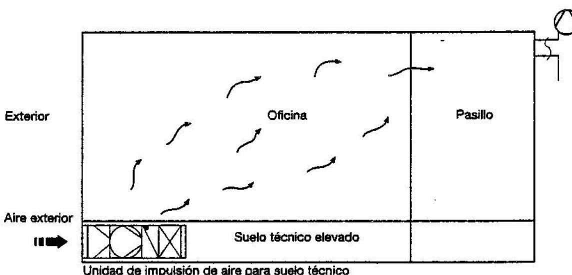
Dimensiones de los locales

Un cálculo estimativo del espacio necesario para una sala de máquinas VAC se puede realizar basándose en la norma alemana VDI 2052, teniendo en consideración el caudal y el tipo de tratamiento del aire esperados. Ejemplo de cálculo para la definición de las dimensiones de una sala de máquinas VAC para un edificio administrativo → ❺ + ❻.

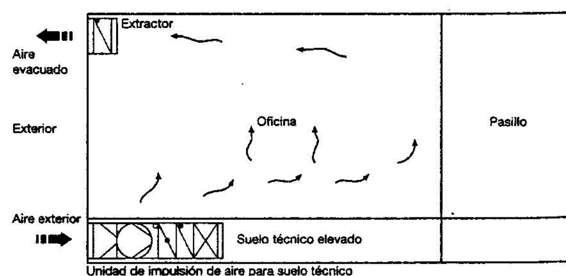
Sistemas de ventilación para fachadas → ❼ - ❾

También llamados **sistemas de ventilación descentralizada**, colocan los aparatos cerca de la fachada con una conexión que comunica directamente con el aire exterior. Al contrario de lo que sucede con los ventiladores-convectores con recirculación, el caudal de aire exterior se conduce directamente de la fachada al sistema, de modo que se suprimen todas las instalaciones de ventilación en el edificio. Los sistemas de ventilación para fachadas pueden concebirse de diferentes formas: sistemas de impulsión empotrados en el suelo, sistema combinado de impulsión y extracción o con un sistema de extracción centralizada.

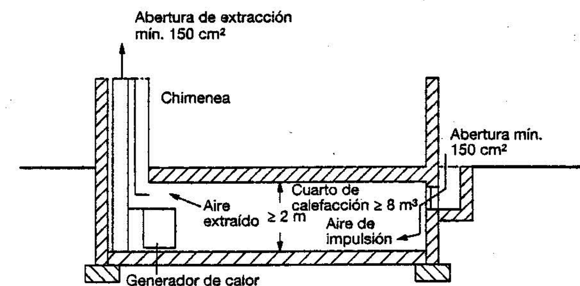
Debe tenerse en cuenta obligatoriamente la influencia de la presión del viento sobre el caudal de aire. También puede influir en la temperatura del aire de impulsión la capa límite de temperatura de la fachada según la ubicación y concepción del edificio.



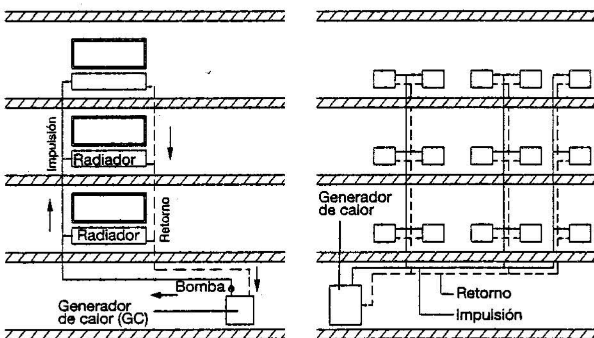
❽ Unidad de impulsión de aire para suelo técnico combinado con un sistema de extracción central [12]

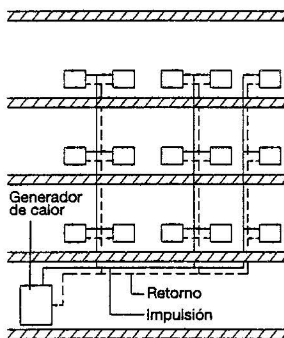


❾ Unidad de impulsión de aire para suelo técnico combinado con un elemento extractor [12]



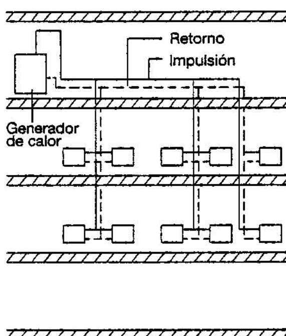
❶ Sala de calderas (sala de calefacción para combustibles sólidos, superficie mínima 8 m³) necesaria a partir de una potencia de calefacción ≥ 50 kW

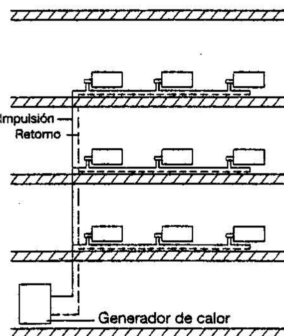




❷ Funcionamiento de una calefacción de agua caliente (CAC): el agua absorbe el calor producido en el GC y lo transporta a los emisores de calor. Se garantiza la circulación continua del agua mediante una bomba. [11]

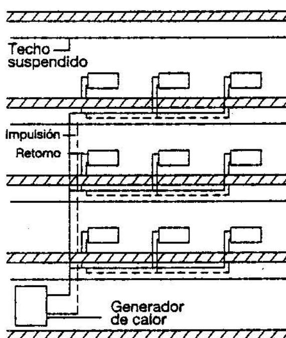
❸ Sistema bitubular con distribución inferior y montantes verticales

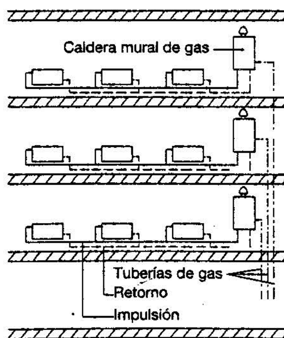




❹ Sistema bitubular con distribución superior y montantes verticales

❺ Sistema unitubular con válvulas especiales y distribución en horizontal





❻ Sistema bitubular con distribución horizontal (construcción estándar en edificios de oficinas)

❼ Sistema unitubular con distribución horizontal por planta

Instalaciones térmicas

Las instalaciones térmicas para edificios utilizan por lo general agua como fluido portador, y rara vez aire (el vapor ya solo se utiliza para usos industriales). La temperatura necesaria del fluido portador (agua, aire, vapor) depende de sus temperaturas y los tipos de emisor de calor elegidos. Para el nivel térmico del fluido portador se necesita un sistema generador de calor. La mayor parte de los generadores de calor utilizan como fuente energética primaria gas natural o gasóleo de calefacción. En la mayoría de los casos se quema gasóleo o gas natural en calderas a una temperatura de combustión de unos 1.000 °C y se traspasa el calor mediante intercambiadores al fluido portador agua. Puesto que son suficientes normalmente 70 °C para el fluido portador, es recomendable prescindir de la combustión de fuentes de energía fósiles y estudiar una planificación integral. Para poder utilizar calor de energías ecológicas, cabe la posibilidad de utilizar el calor terrestre (energía geotérmica superficial) → pág. 475, en combinación con sistemas de bombas de calor, unir la producción de calor y la de electricidad (cogeneración) o recurrir a fuentes de energía neutras en cuanto al CO_2, como la madera. También puede almacenarse durante los meses de verano la energía del medio ambiente (energía solar térmica) en acumuladores térmicos y ponerla a disposición en la temporada de calefacción.

Distribución del calor

El sistema de calefacción más frecuente es **la calefacción de agua caliente (CAC)**. En ella se transporta el calor producido en el generador de calor por agua a los radiadores que lo emiten. El agua enfriada retorna al generador de calor, donde se vuelve a calentar (impulsión y retorno). Las calefacciones de agua caliente tienen una temperatura de impulsión máxima de unos 100 °C, aunque en la actualidad tienden a rondar los 45-70 °C. Las instalaciones térmicas con temperaturas de impulsión de más de 120 °C se consideran calefacciones de agua muy caliente y se utilizan sobre todo en el abastecimiento de calefacción urbana.

La distribución del calor se realiza normalmente en **un circuito cerrado de calefacción con bombas**. Se distinguen diferentes redes de tuberías → ❷ – ❼.

Generador de calor con gas o gasóleo

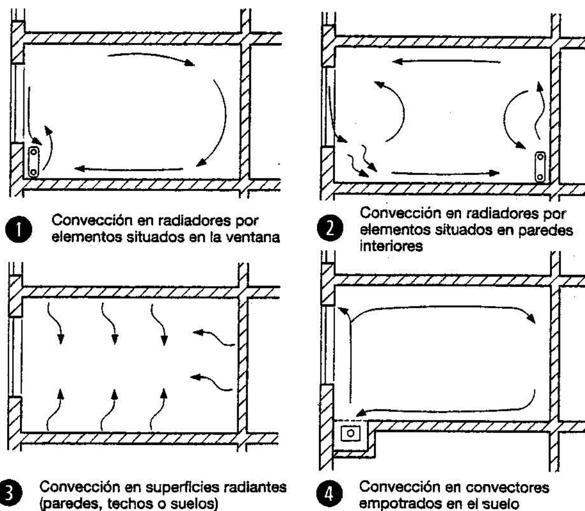
Combustión de gas: en los últimos años se ha venido utilizando gas natural para la calefacción. Ventajas y desventajas: sin costes de almacenamiento, poco mantenimiento, liquidación y pago después del consumo, aplicable en zonas de protección de aguas, regulable fácilmente, alto coeficiente de rendimiento anual. Aplicable para la calefacción de viviendas o locales individuales (calentadores/calderas murales). Bajo impacto medioambiental. Dependencia de la red de suministro. Costes energéticos elevados. El cambio de gasóleo a gas requiere, casi siempre, una reforma de la chimenea.

Combustión de gasóleo: en la actualidad son frecuentes las calefacciones de gasóleo. Ventajas y desventajas: independiente de la red de abastecimiento pública, fácilmente regulable, altos costes de almacenamiento e instalación del depósito. En edificios de alquiler, la superficie de la sala de máquinas se pierde como superficie de alquiler. En zonas de protección de aguas o con riesgo de inundaciones solo es posible cumpliendo severas directrices. Liquidación y pago anterior al consumo. Alto impacto medioambiental.

Generador de calor con combustibles sólidos

Para la calefacción de edificios se utilizan con menos frecuencia carbón (hulla, antracita o lignito) o madera. Como se liberan grandes cantidades de contaminantes al medio ambiente según el combustible, las leyes son cada vez más exigentes para su uso. Ventajas y desventajas: bajos costes de combustible, gran trabajo para el funcionamiento, necesario gran almacén de combustible, alta contaminación e insuficiente posibilidad de regulación.

DIN EN 12828
DIN EN 12831
DIN EN 215
DIN EN 442
DIN EN 1264
DIN EN 12170
DIN EN 12171

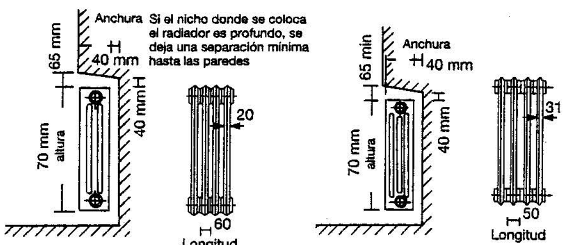


❶ Convección en radiadores por elementos situados en la ventana

❷ Convección en radiadores por elementos situados en paredes interiores

❸ Convección en superficies radiantes (paredes, techos o suelos)

❹ Convección en convectores empotrados en el suelo



❺ Dimensiones de los radiadores de fundición, según DIN 4703

❻ Dimensiones de los radiadores de fundición, según DIN 4703

100 mm
Long. 46 mm cada elemento
190-2800 mm altura

❼ Radiadores tubulares (3 tubos)

Altura	Distancia entre ejes de elementos	Profundidad
280	220	250
430	350	70, 110, 160, 220
580	500	70, 110, 160, 220
680	600	160
980	900	70, 160, 220

❽ Dimensiones (mm) de radiadores de fundición normalizados según DIN 4703

Dos columnas con panel de convección doble; proporción de calor por radiación aprox. 14 %

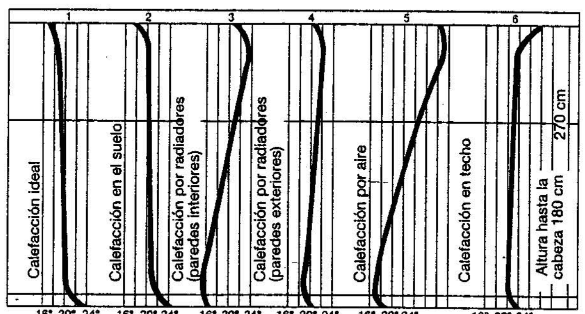
Dos columnas con panel de convección simple proporción de calor por radiación aprox. 18 %

Dos columnas sin paneles de convección proporción de calor por radiación aprox. 21 %

❾ Secciones horizontales por paneles

Altura	Distancia entre ejes de elementos	Profundidad
300	200	160, 250
450	350	70, 110, 160, 220
600	600	70, 110, 160, 220
1.000	900	70, 110, 160, 220

❿ Dimensiones (mm) de radiadores de acero normalizados según DIN 4703



⓫ Curvas de temperatura ambiente para la valoración fisiológica del sistema de calefacción

Emisores de calor para locales

Ubicación y convección de emisores de calor → ❶ – ❹

Los radiadores colocados debajo de ventanas pueden causar efectos de corriente de aire en el entorno de la misma. El aire calentado ascendente frena el aire frío en las superficies acristaladas → ❶. Los radiadores colocados en paredes interiores pueden poner en marcha una recirculación del aire que causa que el aire frío se mantenga cerca del suelo y el aire calentado se encuentre debajo del techo. Las diferencias de temperatura elevadas entre el suelo y el techo provocan malestar → ❷.

Las **superficies radiantes** (calefacción de suelo, techo, pared radiante) funcionan a través de los paramentos del local con temperaturas bajas. La emisión del calor se realiza exclusivamente a través de radiación. Gracias a la baja carga térmica en edificios que cumplen la Ordenanza alemana para el ahorro de energía (EnEV), los sistemas de superficies radiantes pueden aplicarse perfectamente sin incumplir las condiciones para el bienestar → ⓫.

Los **convectores** no emiten calor por radiación, sino por transmisión directa a las moléculas del aire. Por ello, los convectores pueden revestirse o empotrarse sin que disminuya la potencia térmica. La eficiencia de un convector depende de la altura libre que queda por encima de él → ❹, véase también pág. 543.

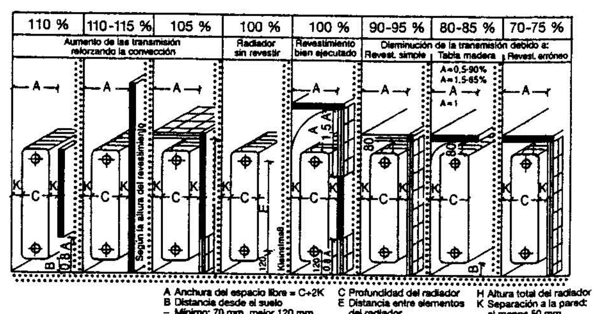
Tipos de emisores de calor

Los **radiadores por elementos** están hechos de tubos de acero, hierro fundido y acero. Emiten hasta el 40 % de su calor en forma de radiación. Los radiadores de tubos de acero se comercializan como radiadores de dos a seis columnas, no tienen aristas vivas y presentan una alta potencia con relación a su longitud → ❼.

Los **radiadores de acero** → ❻ forman bloques de elementos soldados entre sí y tienen en sus extremos manguitos que posibilitan la unión de varios bloques. Hasta hace unos años eran los emisores estándar de calor para calefacción de agua caliente, aunque en la actualidad se prefieren los paneles.

Los **radiadores de hierro fundido** tienen una penetración en el mercado muy reducida. Reaccionan con mucha inercia a los impulsos de regulación, pero son altamente resistentes a la corrosión → ❺.

Los **paneles** consisten en placas dobles de chapa de acero lisa o en relieve, a través de las cuales fluye el agua caliente. La superficie frontal emite el calor en su mayor parte en forma de radiación. En el lado posterior se realiza la emisión al aire a través de convección. Si se montan varios paneles uno tras otro aumenta correspondientemente la proporción de emisión del calor mediante convección. En la práctica, se disponen hasta tres paneles paralelos. Gracias a su poca profundidad (2-5 cm) no es necesario disponer de nichos debajo de las ventanas (o solo de muy poco fondo), pueden transmitir hasta el 40 % de su calor en forma de radiación y funcionar con temperaturas de impulsión relativamente bajas (por lo que pueden funcionar con bombas de calor geotérmico). Para mejorar la potencia térmica, entre los paneles pueden colocarse chapas nervadas en vertical (chapas de convección) → ❾.



⓬ Variación de la radiación térmica según el tipo de revestimiento de los radiadores

En el caso de **convectores**, la emisión del calor se produce exclusivamente a través de convección → pág. 542. Las ventajas de este modo de transmisión de calor son el tiempo reducido para caldear el espacio, mientras que las desventajas son: la recirculación del aire intensa, torbellinos de polvo y emisión de ruidos. Para aumentar la potencia pueden colocarse ventiladores en convectores con zanjas de empotramiento demasiado bajas (p. ej., convectores empotrables en el pavimento). Debido al ruido que generan, en el ámbito residencial solo son de limitada aplicación los convectores con ventilador.

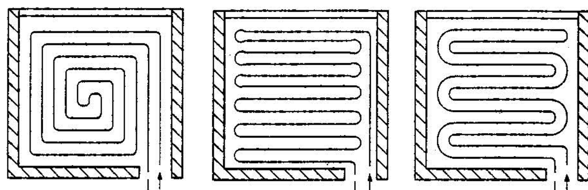
En acristalamientos hasta el suelo, los **convectores empotrables** → ❻ pueden sustituir a los radiadores (sobre todo en elementos acristalados correderos).

Los miniconvectores o convectores empotrables en el pavimento → ❼, que se integran a ras en el suelo, pueden combinarse bien con sistemas de superficies radiantes (p. ej., suelo radiante). Son muy apropiados para no tener que poner en marcha el suelo radiante en las temporadas de entretiempo, debido a que el tiempo de reacción es lento.

Revestimientos de radiadores: los radiadores pueden tener diferentes revestimientos. La disminución del coeficiente de rendimiento supone un 10-15 %. En caso de tamaño insuficiente de los huecos de admisión y expulsión de aire pueden originarse pérdidas de hasta el 30 %, que a su vez deben suplirse mediante emisores de calor más grandes para cubrir la demanda de calor.

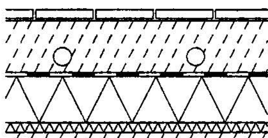
En revestimientos metálicos la proporción de calor por radiación al aire del local se transmite casi completamente; en revestimientos de otros materiales, con una conductividad térmica menor, se aísla fuertemente el calor por radiación → pág. 542 → ⓬.

Suelo radiante: cuando la calefacción se coloca en el suelo, el calor se transmite por la superficie del pavimento tanto al aire como a las paredes y al techo. La transmisión de calor al aire se realiza por convección; es decir, por el movimiento del aire junto a la superficie del pavimento. En cambio, la transmisión a las paredes y al techo se efectúa por radiación. El rendimiento varía en función del tipo de pavimento entre 70 y 100 W/m². Puede instalarse prácticamente en cualquier clase de pavimento convencional de cerámica, madera o textil; de todas maneras, la resistencia térmica no debería ser superior a 0,15 m²kW. El pavimento colocado encima de las tuberías de calefacción ha de ajustarse a la norma DIN 18 560 o a las recomendaciones del Zentralverband des Deutschen Baugewerbes. El grosor del pavimento depende del tipo, de su manipulación y de las tensiones a que esté sometido.



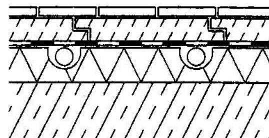
en espiral: distribución homogénea de las temperaturas en serpentín — disminución del calor del centro hacia afuera en doble serpentín — distribución homogénea de las temperaturas (ida y retorno colocados en paralelo)

❶ Variantes de colocación de la red de tubos en suelos radiantes



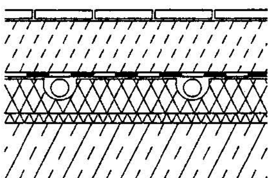
Construcción del suelo
- Recubrimiento/revestimiento
- Pavimento de cemento flotante (recubrimiento mín. de tuberías: 45 mm)
- Lámina PE 0,2
- Aislante 40 mm
- Aislante contra el ruido de impacto
- Forjado en bruto

❷ Suelo radiante (montaje húmedo)



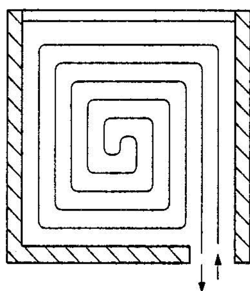
Construcción del suelo
- Recubrimiento/revestimiento
- Pavimento flotante seco 45 mm
- Lámina PE 0,2
- Módulo de montaje/capa aislante 30 mm
- Aislante contra el ruido de impacto
- Forjado en bruto

❸ Suelo radiante (montaje seco)

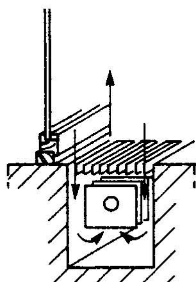


Construcción del suelo
- Recubrimiento/revestimiento
- Pavimento flotante (p. ej., ladrillos) 20 mm
- Lámina PE 0,2
- Módulo de montaje/capa aislante 30 mm
- Forjado en bruto

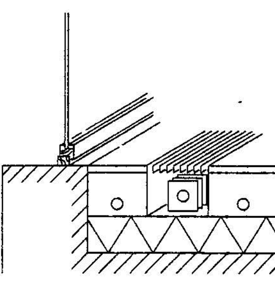
❹ Suelo radiante: montaje de las tuberías en la capa de aislante



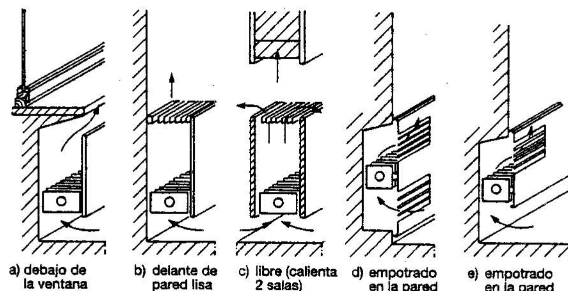
❺ Variante de montaje de un techo radiante

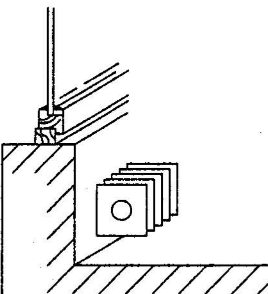


❻ Convector empotrado en el suelo

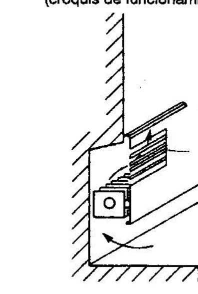


❼ Miniconvector (convector empotrable en el pavimento) en combinación con suelo radiante (croquis de funcionamiento)

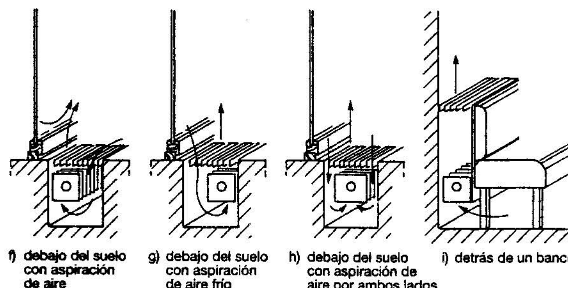




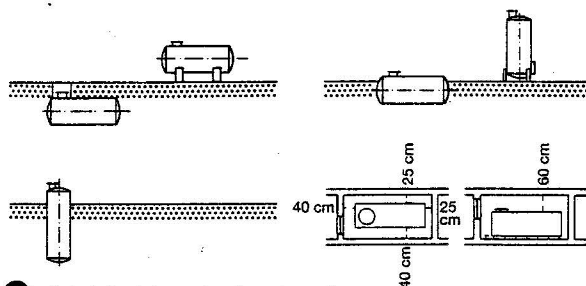
❽ Convector bajo



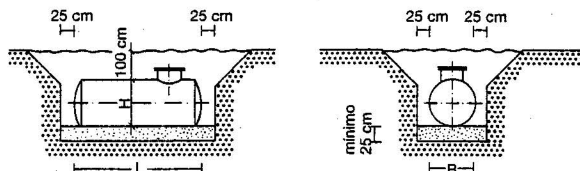
❾ Convector empotrable



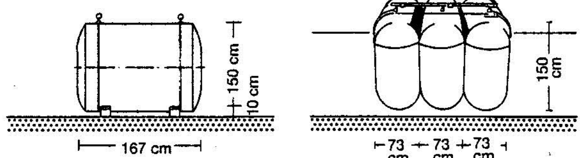
❿ Diferentes sistemas de montar convectores, según GEA

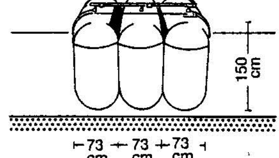


❶ Colocación de los contenedores de gasoil



❷ Zanjas excavadoras en el suelo para instalar contenedores de gasoil





❸ Contenedores de nailon (poliamida) en batería (alzado lateral)

❹ Contenedores de nailon en batería (como máximo 5 contenedores)

Capacidad nominal V en litros (dm³) DIN (antes)	Dimensiones máximas en mm		Masa m (con accesorios) en kg
	Longitud l	Profundidad p	
1.100 (1.100)	1.100 (1.100)	720	aprox. 30-50 kg
1.500 (1.600)	1.650 (1.720)	720	aprox. 40-60 kg
2.000	2.150	720	aprox. 50-80 kg

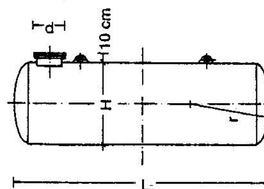
❺ Dimensiones de las baterías de tanques (baterías de contenedores) de plástico

Capacidad mínima V en m³	Dimensiones en mm (mínimas)					Peso en kg de			
	Diámetro exterior d_1	Longitud l	Grosor plancha 1ª pared	Grosor plancha 2ª pared	Costillas LW	1,1 1. pared		1,2 A/C	B
1	1.000	1.510		3	-	265		-	-
3	1.250	2.740	5	3	-	325		-	-
5	1.600	2.820	5	3	500	700		700	790
7	1.600	3.740	3	3	500	885		930	980
10	1.600	5.350	5	3	500	1.200		1.250	1.300
16	1.600	8.570	5	3	500	1.800		1.850	1.900
20	2000	6.969	6	3	600	2.300		2.400	2.450
25	2.000	8.540	6	3	600	2.750		2.850	2.900
30	2.000	10.120	6	3	600	3.300		3.400	3.450
40	2.500	8.800	7	4(5)	600	4.200		4.400	4.450
50	2.500	10.800	7	4	600	5.100		5.300	5.350
60	2.500	12.800	7	4	600	6.100		6.300	6.350
						Peso en kg de			
						1,3 A	B	2,1	2,2 B
1,7	1.250	1.590	5	-	500	-	-	-	390
2,8	1.600	1.670	5	-	500	-	-	-	390
3,8	1.600	2.130	5	-	500	-	-	-	600
5	1.600	2.820	5	3	500	700	745	-	740
6	2.000	2.220	5	-	500	-	-	-	930
7	1.600	3.740	5	3	500	885	930	935	-
10	1.600	5.350	5	3	500	1.250	1.250	1.250	-
16	1.600	8.570	5	3	500	1.800	1.950	1.850	-
20	2.000	6.960	6	3	600	2.300	2.350	2.350	-
25	2.000	8.540	6	3	600	2.750	2.800	2.800	-
30	2.000	10.120	6	3	600	3.300	3.350	-	-
	2.500	6.665	7	-	600	-	-	3.350	-
40	2.500	8.800	7	4	600	4.200	4.250	4.250	-
50	2.500	10.800	7	4	600	5.100	5.150	-	-
	2.900	8.400	9	-	600	-	-	6.150	-
60	2.500	12.800	7	4	600	6.100	6.150	-	-
	2.900	9.585	9	-	600	-	-	6.900	-

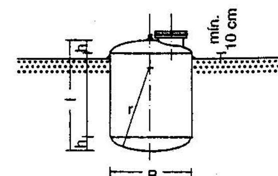
❻ Dimensiones de los tanques cilíndricos de gasoil (contenedores) → ❼

Si el pavimento de cemento continuo se realiza con cemento NR 20 y los tubos de calefacción se colocan directamente sobre el aislamiento térmico, estos deben recubrirse al menos 45 mm. Sin el pavimento, el grosor total es de 75 mm. El pavimento se dilata al poner en marcha la calefacción, por lo que aparecen diferencias de temperatura entre la cara inferior y la superior del suelo. En los pavimentos cerámicos, a causa de las dilataciones diferenciales, aparecen tensiones de tracción en la cara superior del pavimento, que solo pueden absorberse por armaduras en la zona de compresión. En los suelos con parqué o moqueta puede prescindirse del refuerzo, ya que la diferencia de temperaturas entre la cara superior e inferior del pavimento es menor que en el caso de pavimentos cerámicos. En la norma DIN 4725 (suelos radiantes con agua caliente) se enumeran las temperaturas máximas admitidas en la cara exterior del pavimento situado sobre una calefacción por agua caliente: en los ámbitos de estancia, 29 °C; en la zona perimetral (que no puede tener una anchura mayor a 1 m), 35 °C. En los baños, estos valores pueden incrementarse en 9 °C. Por lo general es posible cumplir estos requisitos, ya que la necesidad de calor pocas veces es superior a 90 W/m².

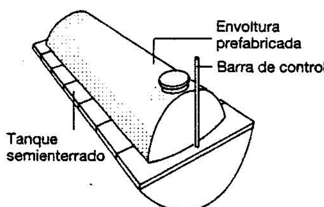
Almacenamiento de gasoil: La cantidad de gasoil almacenado debería ser suficiente para tres meses como mínimo y para un invierno entero como máximo. En el cuarto de la caldera pueden almacenarse como máximo 5.000 l. Los depósitos deben estar situados en un contenedor de seguridad con capacidad para toda la cantidad almacenada. Los depósitos soterrados deben cumplir ciertas medidas de seguridad contra fugas; p. ej., tanques de doble pared o con un revestimiento sintético interior. En las zonas de protección de aguas subterráneas existen prescripciones de seguridad adicionales y ciertas limitaciones en la cantidad que puede almacenarse. En el interior de los edificios suelen instalarse baterías de tanques de plástico con una capacidad de 500-2.000 l cada uno, o tanques de acero soldados in situ y cuyo tamaño se puede fijar a voluntad. El depósito debe ser transitable. Se ha de controlar la estanqueidad del tanque a intervalos regulares. También en este caso, el cuarto donde se encuentre el tanque debe ser capaz de recoger todo el gasoil almacenado. Los tanques o baterías de tanques deben tener conductos de ventilación, medidas para evitar que se llenen demasiado y, según el tipo de almacenamiento, una alarma de vertido (p. ej., en los tanques soterrados en el suelo).



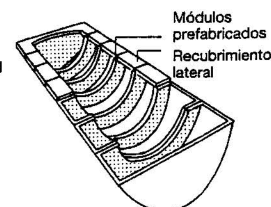
❼ Tanque para almacenar gasoil (alzado lateral)



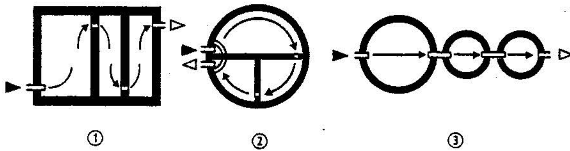
❽ Tanque para almacenar gasoil (alzado anterior)



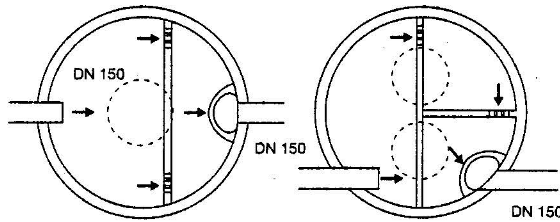
❾ Tanque semienterrado



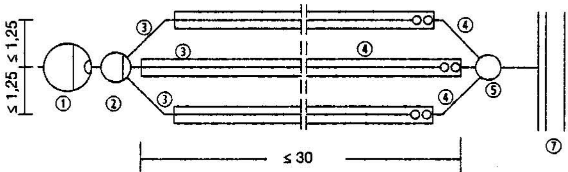
❿ Artesa prefabricada de protección para tanques de gasoil



❶ Variantes básicas de fosas sépticas de varios ciclos
① obra de fábrica u hormigón in situ, ② y ③ hormigón prefabricado



❷ Fosas sépticas de varios ciclos de prefabricados de hormigón con dos o tres secciones de prefabricados de hormigón. Planta y secciones



❸ Principio de una zanja filtrante. Planta y secciones
① fosa séptica de varios ciclos, ② arqueta de distribución, ③ ramales de ida, ④ ramales de evacuación, ⑤ pozo colector, ⑦ emisor

Las **minidepuradoras** son instalaciones para la depuración de aguas residuales que se aplican cuando no es posible la conexión a las plantas depuradoras municipales debido a razones técnicas, legales estatutarias o económicas, como, p. ej., cuando no existe alcantarillado público o como medida provisional. Solo se deben evacuar al sistema aguas residuales provenientes de, p. ej., cocinas, lavaderos, cuartos de baño y aseos.

Principio de una minidepuradora:

1. Depuración mecánica; es decir, decantación de lodos en una fosas séptica de varios ciclos → ❶ + ❷.
2. Depuración biológica en una zanja de filtración o filtro percolador o mediante infiltración al subsuelo.

La construcción de una minidepuradora consta generalmente de: Fosa séptica de varios ciclos, arqueta de distribución, zanja de filtración (filtro percolador o infiltración al subsuelo), pozo colector, emisor.

Proceso de depuración

Primero se decantan y separan los lodos (depuración mecánica) de las aguas residuales domésticas en una fosa séptica de varios ciclos, donde se depositan las partículas flotantes y sedimentarias. De ahí se llevan a una arqueta de distribución, desde la que se descarga periódicamente a los ramales de una zanja filtrante (tuberías de drenaje) o a un filtro percolador (depuración biológica). Los ramales de evacuación de la zanja (tuberías de drenaje) desaguan a través de un pozo colector a un emisor o pozo de infiltración en el terreno. En una **fosa séptica de varios ciclos** tiene lugar el proceso meramente mecánico de la depuración: se depositan las materias insolubles y sedimentarias de las aguas residuales (denominado decantación) → ❶ + ❷.

En una **zanja filtrante** se efectúa la depuración biológica (tratamiento posterior) de las aguas residuales. Las aguas residuales se filtran por un dren a través de una capa de grava fina (2-8 mm), el denominado vertido filtrante, a un dren situado a más profundidad (mín. 1,25 m). Desde aquí, las aguas fluyen a un emisor → ❸.

Cantidades de aguas residuales

Para un edificio de viviendas deben calcularse 150 l/habitante. Para otros edificios son válidos los denominados equivalentes de habitante: 150 l cada:

- tres plazas en tabernas sin cocina
- una plaza en restaurantes con cocina y una ocupación máx. de cada plaza de tres veces por día
- diez plazas en locales de restauración con jardín sin cocina
- dos empleados en fábricas o talleres sin cocinas
- tres empleados en edificios de oficinas sin cocinas.

	Fosas sépticas de varios ciclos		Tanques de oxidación total de varios ciclos
Número de etapas	2	3-4	≥ 3
Volumen útil específico	300 l/E*	300 l/E*	1.500 l/E*
Volumen útil total mínimo	3.000 l	3.000 l	6.000 l
Volumen útil total máximo	4.000 l	-	-
Volumen de la primera etapa	2/3 del volumen útil total	1/2 del volumen útil total	1/2 del volumen útil total
Profundidad mínima de agua	1,2 m	1,2 m	1,2 m
Profundidad máxima admisible de agua en volumen útil de 3.000-4.000 l > 4.000-10.000 l > 10.000-50.000 l > 50.000 l	 1,9 m - - -	 1,9 m 2,2 m 2,5 m 3 m	 1,9 m 2,2 m 2,5 m 3 m

* Cada unidad de vivienda de hasta 50 m² de superficie habitable debe contarse para un mínimo de dos habitantes, en las de más de 50 m², para cuatro habitantes como mínimo

❹ Dimensionado de fosas sépticas y tanques de oxidación total de varios ciclos según DIN 4261, parte 1

CHIMENEAS Y PATINEJOS DE VENTILACIÓN

CHIMENEAS

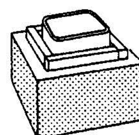
Las chimeneas son conductos situados en el interior de los edificios o adosados a ellos; sirven para expulsar los gases de combustión al exterior por encima de la cubierta. A una **chimenea de tiro individual** se deben conectar los hogares con un rendimiento calorífico nominal de más de **20 kW** (en hogares a gas con un rendimiento de más de **30 kW**). En edificios de más de cinco plantas: todos los hogares abiertos y otros fuegos abiertos, todos los fuegos con quemador y ventilador. A **chimeneas comunes** se pueden conectar hasta tres fuegos para combustibles sólidos o líquidos con un rendimiento calorífico nominal de hasta 20 kW, o tres fuegos a gas con un rendimiento calorífico nominal de hasta 30 kW.

Secciones

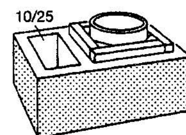
Las chimeneas de tiro deben tener una sección rectangular o circular. La **sección mínima** para chimeneas de piezas prefabricadas es de **100 cm²**, el lado menor de 10 cm (en chimeneas de obra de fábrica, 140 cm² y 13,5 cm). El lado mayor no debe ser más de 1,5 veces el lado más corto. La sección se calcula o se extrae de las tablas evaluadas de los productores de chimeneas → ❾ – ❿.
Para evitar la formación de condensaciones, debería aprovecharse completamente la capacidad del conducto de evacuación de humos.

Protección contra incendios

Las superficies exteriores de chimeneas deben quedar ≥ **5 cm** alejadas de materiales de construcción sin y con contribución al fuego. Los materiales no combustibles pueden colocarse sin separación o deben separarse mediante juntas aisladas de 2 cm de anchura.



❾ Chimenea de piezas prefabricadas



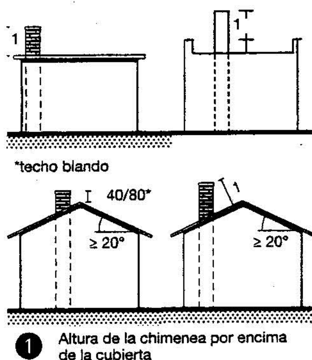
❿ Chimenea de piezas prefabricadas con conducto de ventilación (para la ventilación del cuarto de calderas)

Alturas

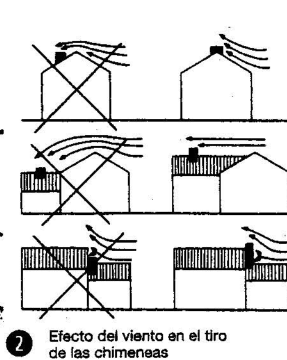
La **altura mínima** (distancia plano de combustión-boca de la chimenea) es de 4 m (en chimeneas comunes, 5 m). La embocadura de la chimenea debe disponerse a ≥ 40 cm por encima del punto más alto de cubiertas con pendientes ≥ 20°, o a **1 m** por encima del resto de cubiertas. Las chimeneas en cubiertas con construcciones situadas a menos de 1,5-3 veces su altura sobre cubierta deben sobrepasarlas ≥ 1 m. La embocadura de chimeneas en cubiertas con pretil perimetral cerrado tienen que sobrepasar el canto superior del mismo ≥ 1 m → ❶.

Ejecución

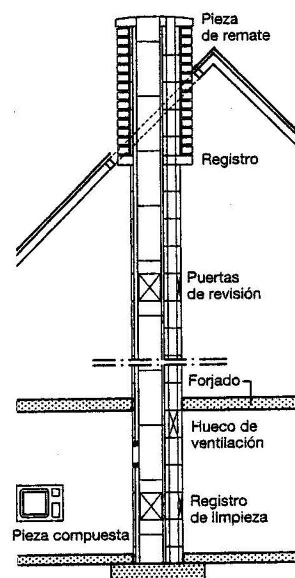
Aparte de los sistemas tradicionales de obra de fábrica de una hoja, en la actualidad se utilizan **sistemas de multipared** de **piezas prefabricadas modulares** (conducto de evacuación de humos, aislante, pieza exterior, quizás con conductos de ventilación incluidos) → ❾ – ❿. Además existen chimeneas prefabricadas → ❹ con unidades de montaje de la altura de una planta y chimeneas de acero completamente prefabricadas. Las chimeneas deben fabricarse estancas a gases con **materiales resistentes al fuego**, la temperatura en las superficies exteriores no deben exceder los 100 °C. Las chimeneas deben ir apoyadas sobre **cimientos** y arriostradas en toda su altura. Cada chimenea tendrá un **registro para limpieza e inspección** → ❼ (≥ 10/18 cm, como mínimo 20 cm por debajo del acoplamiento del generador de calor inferior). Las chimeneas que no se pueden limpiar desde su remate tienen que disponer de otra abertura de limpieza en el desván.



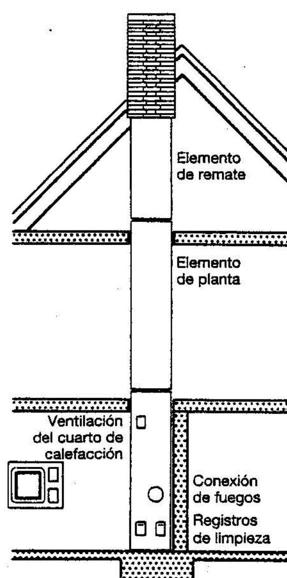
❶ Altura de la chimenea por encima de la cubierta



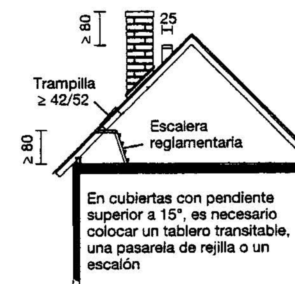
❷ Efecto del viento en el tiro de las chimeneas



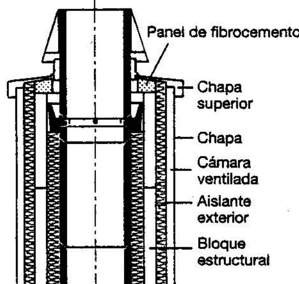
❸ Chimenea de piezas prefabricadas



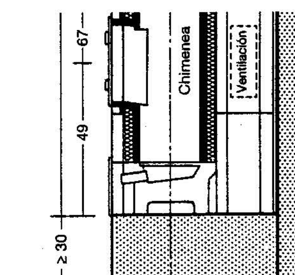
❹ Chimenea prefabricada



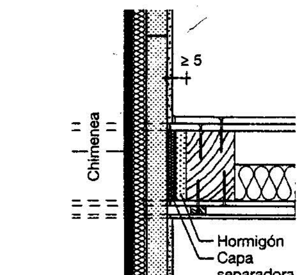
❺ Trampilla de salida



❻ Remate de chimenea/ revestimiento de chapa



❼ Base de una chimenea



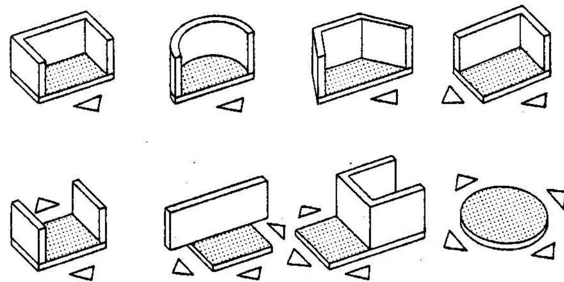
❽ Distancia entre chimenea y forjado de vigas de madera

Ordenanza modelo sobre la edificación
DIN EN 1443
DIN V 18160

véase también: Protección contra incendios, pág. 520 y ss.

CHIMENEAS Y PATINEJOS DE VENTILACIÓN

HOGARES ABIERTOS



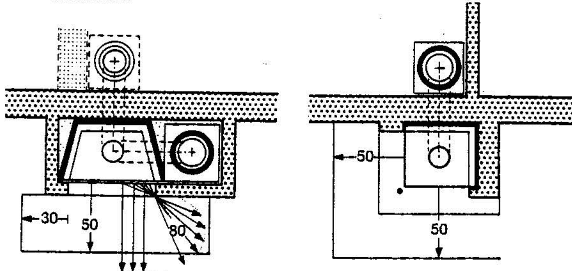
❶ Formas de superficies de radiación

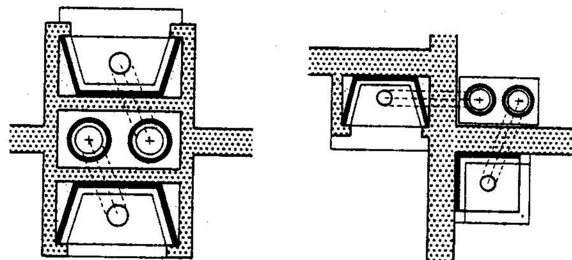
Los hogares abiertos deben tener una estructura segura y estar construidos **con materiales no combustibles.**

Se utilizan piezas o placas de arcilla refractaria, ladrillos y bloques adecuados para chimeneas, al igual que hormigón resistente al fuego y fundición gris. Las campanas también pueden ser de chapa de acero, bronce o cobre.

Cada hogar debe tener conexión con su **propia chimenea** de sección adaptada a la combustión → ❷ + ❸. La chimenea debe construirse junto al hogar. La **altura eficaz de la chimenea** desde la salida de humos hasta la embocadura ≥ **4,5 m.** El acoplamiento del conducto de unión a la chimenea debe realizarse con un ángulo de 45° → ❻ – ❽.

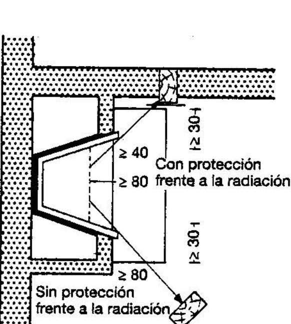
Los hogares abiertos no deben colocarse en locales con una superficie menor de **12 m²** y debe garantizarse una impulsión de aire suficiente. Son ventajosos los **conductos de ventilación** que llevan el aire hasta la boca de la cámara de combustión (p. ej., situados en el zócalo del hogar) → ❺. Desde la boca del hogar debe guardarse **una separación ≥ 80 cm** hacia delante, hacia arriba y hacia los lados respecto a los elementos constructivos y otros elementos combustibles → ❹ + ❺.



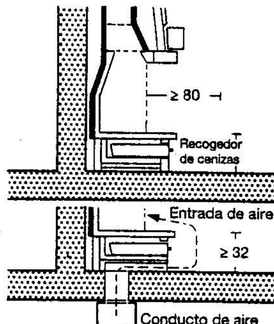


❷ Posible disposición de hogares abiertos por una cara

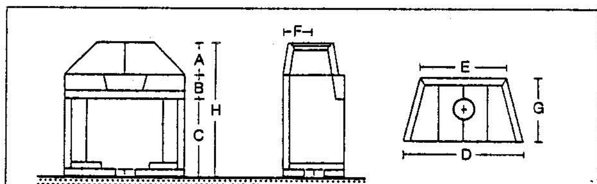
❸ Posible disposición de hogares abiertos por una o dos caras



❹ Separación entre el hogar y los materiales combustibles

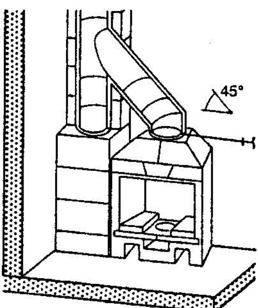


❺ Protección de un pavimento combustible delante de la entrada de aire

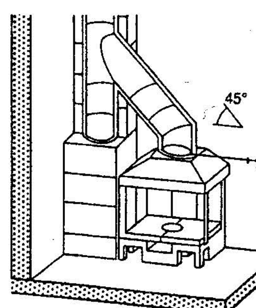


Tipo		Abierto por una cara					por dos caras			por tres caras		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Superficie aprox. de la sala (m²)		Esp. peq.	16-22	22-30	30-35	33-40	25-35	35-45	más de 48	35-45	45-55	más de 55
Volumen aprox. de la sala (m³)		Esp. peq.	40-60	60-90	90-105	105-120	90-105	105-150	más de 150	105-150	150-150	más de 200
Tamaño de la embocadura (cm²)		2.750	3.650	4.550	5.750	7.100	5.000	6.900	9.500	7.200	9.800	13.500
Medidas nominales de embocadura (cm)		60/46	70/52	80/58	90/64	100/71						
Ø (cm) de la chimenea de tiro		20	22	25	30	30	25	30	35	25	30	35
Medidas	A	22,5	24	25,5	28	30	30	30	30	30	30	30
en cm	B	13,5	15	15	21	21	-	-	-	-	-	-
	C	52	58	64	71	78	50	58	65	50	58	65
	D	72	84	94	105	115	77		108	77	90	114
	E	50	60	65	76	93	77	90	108	77	90	114
	F	19,5	19,5	22,5	26	26	27,5	30	32,5	27,5	30	32,5
	G	42	47	51	55	59	64	71	82	64	71	82
	H	88	97	104,5	120	129	80	88	95	80	88	95
	I	6	6	6	7	7	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	
Peso (kg)		165	80	310	385	470	225	300	405	190	255	360

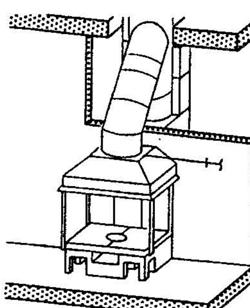
❽ Medidas de los hogares abiertos



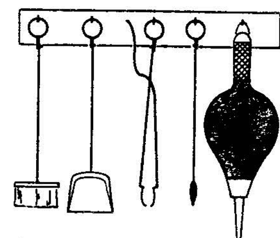
❻ Hogar abierto por una cara (patente Schiedel)



❼ Hogar abierto por dos caras



❾ Hogar abierto por tres caras



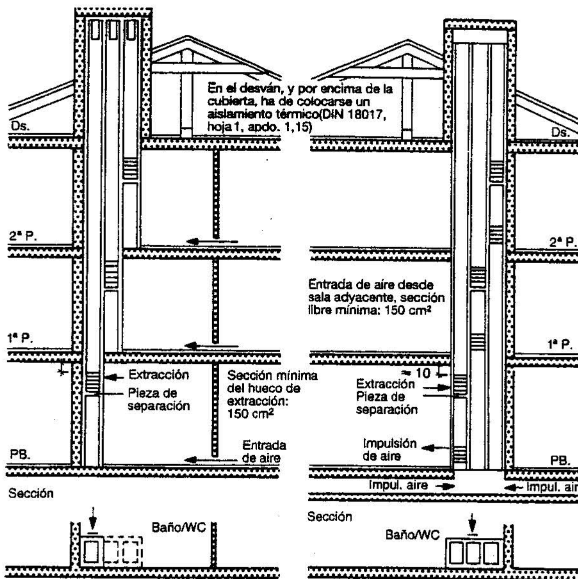
❿ Instrumentos para chimeneas

véase también:
Protección contra incendios, pág. 520 y ss.

CHIMENEAS Y PATINEJOS DE VENTILACIÓN

PATINEJOS DE VENTILACIÓN

Los baños y los aseos interiores deben ventilarse a través de patinillos y conductos. Antiguamente estos patinillos de ventilación (parecido a las chimeneas) se fabricaban en obra. Sin embargo, en la actualidad se montan casi exclusivamente conductos de ventilación en patinejos de instalaciones como parte de las instalaciones de un edificio.



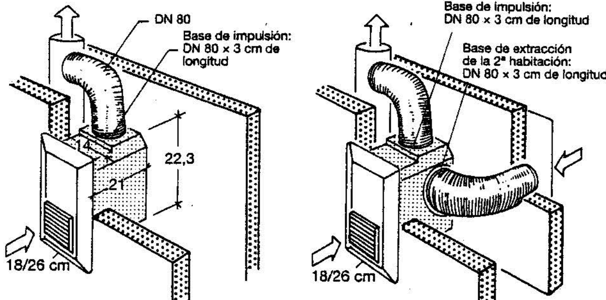
❶ Ventilación individual (ventilación tipo Berlín)

❷ Impulsión y extracción (ventilación tipo Colonia)

Sistemas de ventilación sin ventiladores

Patinillos de ventilación de obra de fábrica sin ventiladores → ❶ – ❷ prácticamente no requieren mantenimiento, pero necesitan mucho espacio. Su funcionamiento (**ascensión térmica**) depende mucho de las condiciones climáticas y a menudo falla en situaciones meteorológicas desfavorables. Debido a la transmisión de sonidos y las pérdidas térmicas, los sistemas de ventilación sin ventiladores mecánicos ya no se corresponden al nivel actual de la tecnología, aunque todavía se encuentran en numerosos edificios existentes.

Cada local cuenta con un conducto que sobresalga de la cubierta según las disposiciones para las embocaduras de chimeneas (→ pág. 546) con una sección mínima de 140 cm². En el extremo inferior de los patinillos se han de colocar conductos de admisión de aire que dan al exterior.



❸ Extracción de aire de una habitación mediante un sistema de ventilación

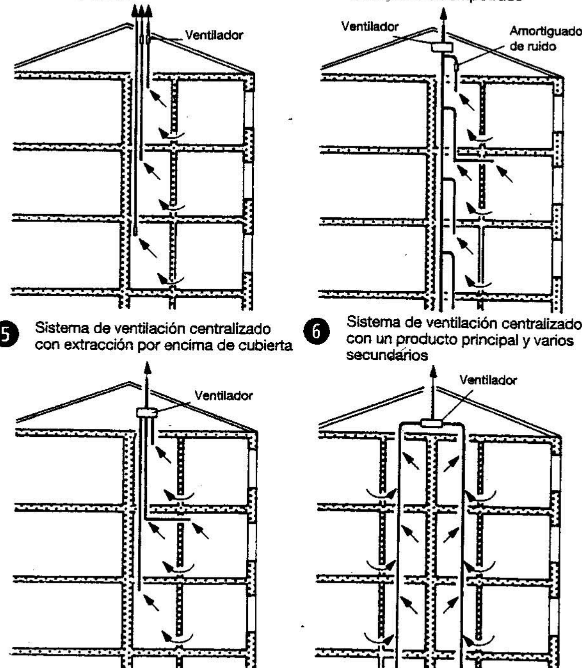
❹ Extracción de aire de dos habitaciones mediante un sistema de ventilación empotrado

Sección nominal del colector principal en cm²	Nº máximo de acometidas en conductos secundarios dada una altura media eficaz de:			Medidas interiores	
	hasta 10 m	10-15 m	más de 15 m	Colector principal cm	Conducc. secund. cm
340	5	6	7	20 × 17	9 × 17
400	6	7	8	20 × 20	12 × 20
500	8	9	10	25 × 20	12 × 20
340	5	6	7	20 × 17	2 × 9/17
400	6	7	8	20 × 20	2 × 12/20
500	8	9	10	25 × 20	2 × 12 × 20
340	5	6	7	2 × 20/17	9 × 17
400	6	7	8	2 × 20/20	12 × 20
500	8	9	10	2 × 25/20	12 × 20

❾ Tabla para el cálculo de conductos verticales de ventilación con impulsión térmica

Sistemas de ventilación con ventiladores

La ventilación de locales húmedos de viviendas y edificios no residenciales, como escuelas, hoteles, restaurantes y similares, se realiza mediante ventiladores individuales o colectivos para múltiples locales → ❸ – ❹. Las instalaciones de extracción deben dimensionarse para una renovación del aire de cuatro veces por hora en los locales que hay que ventilar. El caudal suficiente para baños, también con inodoro, es de 60 m³/h, y para aseos, de 30 m³/h por cada inodoro. Cada local interior del que deba extraerse aire cargado debe tener huecos de admisión de aire fresco que no puedan obturarse. La sección de paso debe ser de 10 cm² por cada m³ de volumen del local. Las fugas a través de la puerta pueden calcularse con 25 cm². La temperatura de los baños no debe ser inferior a 22 °C para permitir la ventilación. Velocidad del aire en estancias ≥ 0,2 m/s. El aire extraído debe llevarse al exterior, y en sistemas de ventilación individuales se puede descargar a desvanes sin uso y bien ventilados. Cada sistema de ventilación individual tiene que disponer de su propio conducto principal. Los sistemas de extracción centralizada comparten un conducto principal para varias estancias → ❻.



❺ Sistema de ventilación centralizado con extracción por encima de cubierta

❻ Sistema de ventilación centralizado con un producto principal y varios secundarios

❼ Sistema de ventilación centralizado con varios conductos principales separados

❽ Sistema de extracción de aire centralizado con varios conductos principales

Protección contra incendios

Según la ordenanza alemana los conductos de ventilación, incluidos sus revestimientos y aislantes, deben fabricarse con materiales no combustibles. Las instalaciones de ventilación en edificios de más de dos plantas sobre rasante (y más de dos viviendas) o instalaciones que atraviesan muros cortafuegos, deben construirse de modo que ni el fuego ni el humo puedan propagarse a otras plantas o sectores de incendio.

ABREVIATURAS DE LAS REVISTAS

A+D	= *Architecture + Detail*	Stuttgart
AF	= *Architectural Form*	Nueva York
AIT	= *Architektur Innenarchitektur Techn. Ausbau,* hasta 1979 *Architektur und Wohnwelt*	Leinfelden-Echterdingen
AJ	= *Architectural Review*	Londres
AR	= *Architectural Record*	Nueva York
ArK	= *Arkitekten*	Helsinki
AW	= *Architektur und Wohnform*	Stuttgart
AWW	= *Architektur und Wohnwelt*	Stuttgart
B	= *Bau*	Saarbrücken (desaparecida)
Bau	= *Baugewerbe*	Colonia
BBauBl	= *Bundesbaublatt*	Walluf
Bg	= *Baugilde*	Berlín (desaparecida)
Beton	= *Betonfachzeitschrift für Bau + Technik*	Erkratz
BIT	= *Business • Information • Technology*	Leinfelden-Echterdingen
Bm	= *Baumeister*	Múnich
Bw	= *Bauwelt*	Berlín
Bz	= *Das Bauzentrum*	Darmstadt
bba	= *Bau – Beratung – Architektur*	Leinfelden-Echterdingen
Cu	= *L'ambiente cucina*	Milán
DA	= *Der Architekt (BDA)*	Bonn
DAB	= *Deutches Architektenblatt*	Stuttgart
db	= *Deutsche Bauzeitung*	Stuttgart
DBZ	= *Deutsche Bauzeitschrift*	Gütersloh
Detail	= *Architektur und Baudetail*	Múnich
d-extrakt	= *Informationsdienst für neuzeitliches Bauen*	Bonn
EGH	= *Informationsdienst Holz*	Düsseldorf
Gf	= *Glassform*	Schorndorf
GI	= *Gesundheitsingenieur*	Múnich
Häuser	= *Magazin für Internationales Wohnen*	Hamburgo
Il Bagno	= *Il bagno*	Milán
In	= *Interiors*	Nueva York
Licht	= *Planung-Design-Technik-Handel*	Múnich
MB	= *Moderne Bauformen*	Stuttgart (desaparecida)
SBF	= *Sport + Bäder + Freizeitbauten*	Düsseldorf
SHE	= *Stein – Holz – Eisen*	Múnich (desaparecida)
TAB	= *Technik am bau*	Gütersloh
VDI	= *V. D. I. Zeitschrift*	Düsseldof
WMB	= *Wasmuths Montshefte für Baukunst und Städtebau*	Berlín (desaparecida)
WA	= *Wettbewerbe Aktuell*	Friburgo
ZB	= *Zentralblatt der Bauverwaltung*	Berlín (desaparecida)
ZI	= *Zentralblatt für Industriebau*	Hannover

BIBLIOGRAFÍA

Página	Autor	Título	Editorial, lugar y año de publicación/ o revista
14-15	Schneider, H. J.	*Handbuch – Sanitärtechnik*	Vogel, Wurzburgo, 1979
19	Hebgen	*Sicheres Haus*	Vieweg, Wiesbaden, 1980
20		*Techn. Regel für Gas-Installation*	Verein des Gas- und Wasserfaches, Eschborn-TRGI, 1986
	Flotow, P. y Leiermann, H.	*Gas-Installationsdetails*	Ruhrgas AG, Essen, 1990
33-34	Philippen, D. P.	"Bauen für Behinderte"	*DBZ*, jun. 1986, sept. 1987
	Kuldschun, H.	"Bauen für Behinderte"	*Der Architekt*, 1/81
39	Durero, Alberto	*Vier Bücher von menschlicher Proportionen*	Nuremberg, 1528
	Le Corbusier	*El Modulor* [1953]	Poseidón, Buenos Aires, 1973
	Zeising, A.	*Pentagramm, Deutsche Vierteljahresschrift*	Leipzig, 1854
		Neue Lehre von der Proportionen des menschlichen Körpers aus einem bisher unbekannt gebliebenen, die Natur und Kunst Durchdringenden morphologischen Gesetz	
	Bochenek, J.	*Canon aller menschlichen Gestalten und Tiere*	Berlín, 1885
	Boesinger, W.	*Le Corbusier. Oevre complète 1938-1946*	Édit. d'Architecture, Zúrich, 1946
38-41	Jones, V.	*Neufert Architects´Data*	Collins, Londres, 1980
42-45	Freckmann, K.	*Proportionen in der Architektur*	Múnich, 1965
	Scholfield, P. H.	*Teoría de la proporción en arquitectura* [1958]	Labor, Barcelona, 1971
	Thiersch, H.	*Als Architekt und Forscher*	Múnich, 1923
	Wolf, O.	*Tempelmaße*	Viena, 1932
	Boesinger, W.	*Le Corbusier. Oevre complète 1938-1946*	Édit. d'Architecture, Zúrich, 1946
	Portmann, D.	"Elementiertes Bauen"	*DBZ*, nov. 1983
	Neufert, E.	*Bauordnungslehre BOL*	Ullstein, Berlín, 1961
	Mössel, E.	*Die Proportion in Antike und Mittelalter. Urformen des Raumes als Grundlagen der Formgestaltung*	Múnich, 1926
	Fischer, Th.	*Zwei Vorträge über Proportionen*	Berlín, 1954
	Boehm, O.	*Von Geheimnisvollen Maßen, Zahlen und Zeichen*	Leipzig, 1929
46-47	Boemke, K.	"Die Anwendung der Modulordnung"	*DBZ*, jul. 1979
	Kerschkampf y Portmann	*Erläuterung zu DIN 18000. Modulordnung im Bauwesen*	Beuth, Berlín, 1989
48-50		*RWE Handbuch, Techn. Ausbau*	Energie Vlg., Heidelberg, 1995
	Frank, W.	*Raumklima und thermische Behaglichkeit, Berichte aus der Bauforschung*, 104	Ernst + Sohn, Düsseldorf, 1975
	Grandjean, Etienne	*Wohnphysiologie* (cap. 6)	Artemis, Zúrich, 1973
	Fuchs, Günther	*Kleine Raumklimatologie*	Edición privada, 1970
	Eisenschink, Alfred	*Falsch geheizt ist halb gestorben*	Resch, 1989, 3ª ed.
	Lutz *et al.*	*Lehrbuch der Bauphysik*	Teubner, Stuttgart, 1985
	Krusche, Althaus y Gabriel	*Ökologisches Bauen*	Bauverlag, Wiesbaden, 1982
	Arwed, Tomm	*Ökologisches Planen und Bauen*	Vieweg, Wiesbaden, 1994
	Buss, Harald	*Aktuelles Tabellenhandbuch Feuchte, Wärme, Schall*	Weka Vlg. Kissing, 1987
	Durero, Alberto	*Buch der Messungen*	Arnheim, 1640
	Ottel, R.	*Baubiologische Standortfaktoren*	*DBZ*, abr. 1980
		Wohnen in Betonbauten	Beton-Verlag, Düsseldorf, 1976
		Luftelektrische Felder in umbauten Räumen im Freien	Beton-Verlag, Düsseldorf, 1975
		Weitere Untersuchungen über luftelektrische Felder in Gebäuden	Beton-Verlag, Düsseldorf, 1978
		Machen Baustoffe krank?	Inform. Zentrum Bonn, Colonia, 1975
	Reiter, R.	*Luftel. Raumklima*	Fraunhofer Gesellschaft, Garmisch Partenkirchen
	Lotz, K. E.	*Willst du gesund wohnen?*	Biberach, 1975
	Palm, H.	*Das gesunde Haus*	Dettingen, 1975
	Endrös. R.	*Das gestörte Strahlungsfeld über Grundwasserströmungen*	Eberbach, 1970
51-52	Maertens	*Der optische Maßstab*	Berlín, 1884
53	Frieling y Auer	*Mensch, Farbe, Raum*	Múnich, 1956
	Renner, P.	*Ordnung und Harmonie der Farbe*	Ravensburg, 1947
54	Neufert, E.	"Der Auftrag ist erteilt"	*Bw*, oct. 1933
70-74	VOB	*Verdingungsordnung für Bauleistungen (VOB)*	Beck Texte im DTV, Múnich 2003
	VOB im Bild	*Verdingungsordnung für Bauleistungen im Bild*	Bauverlag, Wiesbaden, 1995
	Hoffmann y Kremer	*Zahlentafeln für den Baubetrieb*	Teubner, Stuttgart, 1986
	Rösel	*Stichwort AVA* (tomo 1)	Bauverlag, Wiesbaden/Berlín, 1986
	Franke y Portz	*Handbuch für die Baupraxis*	Werner, Düsseldorf, 1985
	Glatzel, Hoffmann y Frikell	*Unwirksame Bauvertragsklauseln nach dem AGB-Gesetz*	Verbände der Bauwirtschaft, Hessen, 1986
	Gaeb	*Anwenderhandbuch*	Beuth, Berlín/Colonia, 1985
	Schwarz	*Daten und Informationsverarbeitung in Planung und Steuerung von Bauprojekten*	Ernst & Sohn, Berlín, 1988
	Aita, Veit y Schilchegger	*Planungs- und Bauablauf – die Steuerung bauwirtschaftlicher und baubetrieblicher Prozesse*	Springer, Viena 1976

Página	Autor	Título	Editorial, lugar y año de publicación/ o revista
	Rösel	*Baumanagement, Grundlagen, Technik, Praxis*	Springer, Viena 1976
	Neufert y Rösel	*Bauzeitplanung*	Bauverlag, Wiesbaden, 1974
		Standardleistungsbücher für das Bauwesen	Beuth, Berlín, 1989
78-84	Simmer, K.	*Cimentaciones*	Blume, Madrid, 1970
	Freihart, G.	"Einfluss der Baugrundelastizität"	*DBZ*, jul. 1959
	Muhs, H.	*Die Lagerungsdichte des Untergrunds als Voraussetzung für die Gründung des Bauwerks*	Berlín, 1959
	Wendehorst y Muth	*Erd- und Grundbau*	Teubner, Stuttgart
	Muth	*Dränung erdberührter Bauteile*	Eigenverlag Muth, Karlsruhe
546		"Technik des Schornsteins"	*DBZ*, feb. 1965
		"Schornsteine"	*DBZ*, ag. 1972
	Göhring	Schornsteine	Viena, 1950
547		"Offene Kamine"	*DBZ*, abr. 1964, feb. 1965
	Dörreberg, H.	"Offene Kamine und Bestimmungen"	*DBZ*, may. 1980
		Time Saver Standards	Nueva York, 1950
	Mährlein, K.	"Offene Kamine"	*DAB*, oct. 1980
	–	"Offene Kamine zieht nicht"	*DAB*, jun 1980
	Meuth	"Der Einfluss der Windes auf den Kaminzug"	*Berufsarbeit und Wissen*, may.-jun. 1934
	Schrag	"Offene Kamine"	*Bm*, mar. 1964
	Sleeper, H. R.	*Building Standards*	Nueva York, 1995
		Jedes Jahr neu	Sweet's Catalogue file, Nueva York
85-96	Rau, O. y Braune, V.	*Der Altbau*	A. Koch, Leinfelden, 1985
		Handbuch Wohnbau	Hebel, Emmering-Fürstenfeldbruck
		Ziegeldecken	Unipor-Ziegel, Múnich
		Dielenböden	Arbeitsgemeinschaft Holz, Düsseldorf, 1998
		Neuer Wohnwert mit Holz	Arbeitsgemeinschaft Holz, Düsseldorf, 1996
	Schwerm, D., Laurini, G.	*Deckensysteme aus Betonfertigteilen*	Bonn, 1997
98-99	Fonrobert, F.	*Grundzüge des Holzbaues im Hochbau*	Berlín, 1948
	Führer, W.	"Holzkonstruktion"	*DBZ*, mar. 1978
	Hempel, G.	*Freigespannte Holzbinder*	Herrenalp
	–	*100 Knotenpunkte*	Herrenalp, 1949
	Kress, F.	*Der praktische Zimmerer*	Ravensburg, 1940
	Kullmann, H.	"Holz im Bauwesen"	*DBZ*, oct. 1963, en. 1964
	Stoy, W.	*Der Holzbau*	Berlín, 1941
	Willie, F.	"Statische ... Kehlbalkendaches"	*DBZ*, dic. 1954, mar. 1955
100-104		*Copper Roofing*	ACDA, Londres, 1959
		Kupfer Dachdeckung	Deutsches Kupfer Institut, Berlín, 1956
	Röbbert, Fritz	*Kupfer, Planen, Gestalten, Verarbeiten*	KM, Osnabrück, 1999
	Fingerhut, P.	*Altdeutsche Schieferdeckung*	Bochum, 1959
	–	"Dächer, Dachdeckungen"	*DBZ*, dic. 1965
	AA VV	*Anschlüsse, Abschlüsse, Durchdringungen und Dehnungsfugen bei bituminösen Dachdichtungen*	Fráncfort, 1979
	Flotow, P.	*Dachdetails (Metalldächer)*	Stuttgart, 1964
	Halsband, G.	"Dachdeckung aus verz. Stahlblech"	*DBZ*, dic. 1954
	Langer, A.	"Flachdächer"	*DBZ*, mar. 1968
	Liersch, W.	"Konstruktive Hinweise zum geneigten Dach"	*DAB*, feb. 1979
105-107		*Grüne Dächer – Gesunde Dächer – Dachgärtnerrichtlinien*	Dachgärtnerverband, Baden, 1985
		Información de la empresa	Leca Deutschland, Halstenbeck
		Información de la empresa	re-natur, Ruhwinkel-Wankendorf
108-115	Meyer-Bohe, W	"Sonnenschutz"	*DBZ*, jul. 1987
	Houghton, E. L.	*Wind Forces on Buildings and Structures*	Edward Arnold, Londres, 1976
	Tutt, P. y Adler, D.	*Window Cleaning. New Metric Handbook*	Butterworth, Londres, 1979
125-126	Reitmayer, U.	*Holztüren und Holztore*	J. Hofmann, Stuttgart, 1979
130-131	Adarma	*Gebäude- und Geländesicherung*	Múnich, 1979
	Bielmeyer, Riehle	"Planung von Türen und Toren"	*DAB*, abr. 1986
133	–	"Treppenarten"	*DAB*, jun. 86
138	Meyer-Bohe, W.	"Transportsysteme im Holzbau"	*DBZ*, sep. 1984
147-150	Prinz, D.	*Planificación y configuración de las ciudades*	Editorial Gustavo Gili, Ciudad de México, 1983
152	Ludes, M.	"Häuser mit Gangerschließung"	*DBZ*, sep. 1978
153	–	"Terrassenhäuser"	*DBZ*, feb. 1968
158-178	AA VV	*Die moderne Küche*	Bauhandbuch Technischer
	RWE Energie	*Bauhandbuch technischer Ausbau*	Energie Verlag, Heidelberg, 1995
	Neufert, P. y Neff, L.	*Casa, vivienda, jardín*	Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 2013
		Techn. Leitfaden Glas am Bau	Vegla, Aquisgrán
180		"Altenwohnungen in Bremen"	*DBZ*, sep. 1988
183-185	Knirsch, J.	*Hotels planen und gestalten*	A. Koch, Leinfelden-Echterdingen, 1983